

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/371350119>

БДЖІЛЬНИЦТВО вектори наукових досліджень

Book · December 2022

CITATIONS

0

READS

591

12 authors, including:



Leonora Adamchuk

National Science Center "PI Prokopovich Institute of Beekeeping"

173 PUBLICATIONS 278 CITATIONS

SEE PROFILE



Діна Діна Лісогурська

Polissia National University

26 PUBLICATIONS 6 CITATIONS

SEE PROFILE



Roman Dvykaliuk

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

43 PUBLICATIONS 18 CITATIONS

SEE PROFILE



Ольга Лісогурська

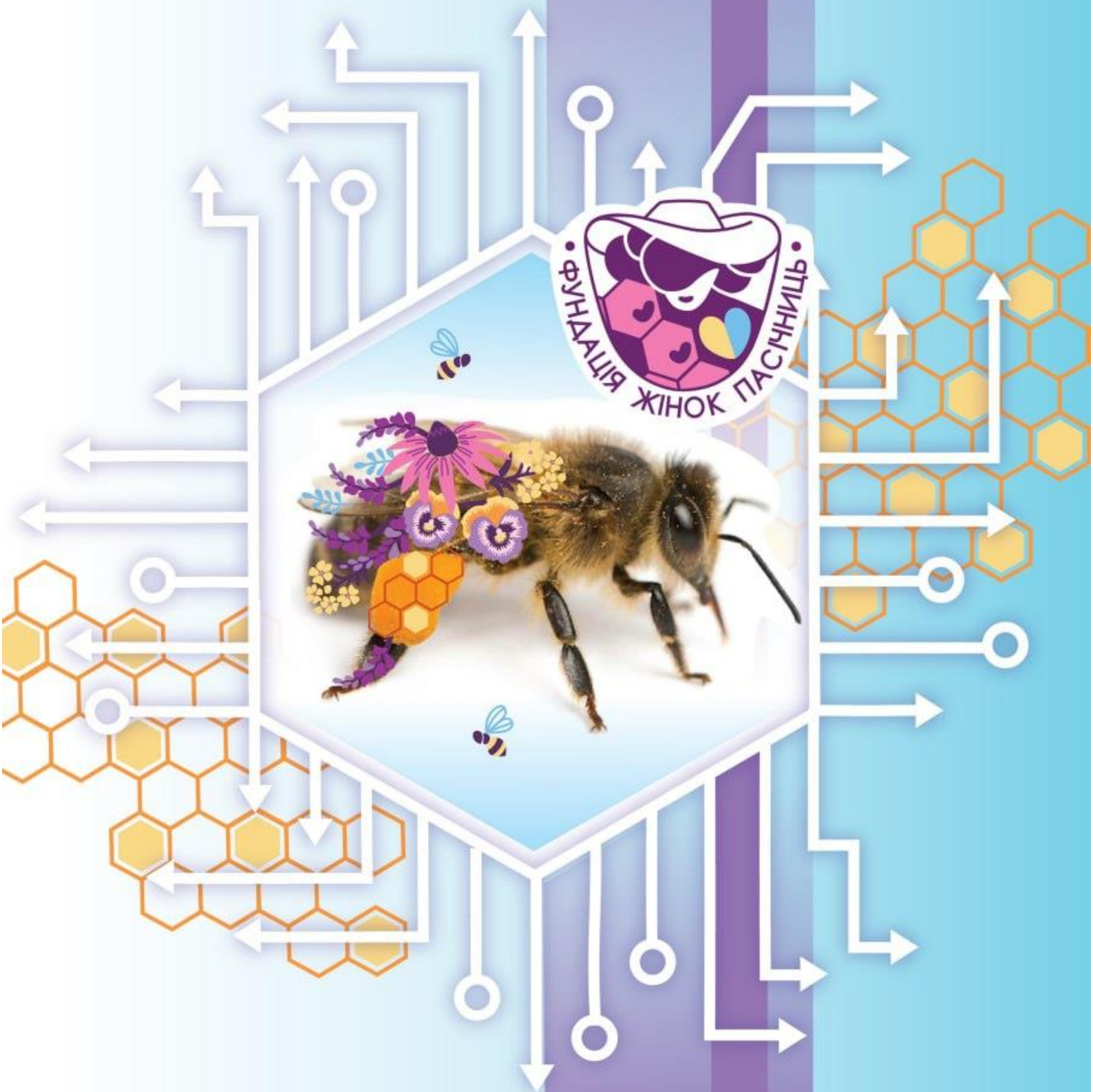
Polissia National University, Ukraine

11 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

БДЖІЛЬНИЦТВО

вектори наукових досліджень



ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича» НААН України

ГО «Фундація жінок пасічниць»

ННЦ «Інститут експериментальної та клінічної
ветеринарної медицини» НААН України

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Поліський національний університет

ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Одеський державний аграрний університет

Інституту агроєкології і природокористування НААН України

БДЖІЛЬНИЦТВО:

вектори наукових досліджень

Монографія

За редакцією Леонори Адамчук

2022

Видання підготовлено
за ініціативи та фінансування
Громадської Організації
«Фундація жінок пасічниць»



*Рекомендовано до опублікування Вченою радою
ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича»,
протокол № 9 від 13 грудня 2022 року*

Рецензенти:

Соломаха Володимир Андрійович, доктор біологічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу технологій утримання бджіл та виробництва продукції бджільництва Національного наукового центру «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», м. Київ, Україна.

Ковальчук Ірина Іванівна, доктор ветеринарних наук, старша наукова співробітниця, в. о. завідувача кафедри нормальної та патологічної фізіології ім. С. В. Стояновського Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, м. Львів, Україна.

Борщенко Валерій Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття технологічного факультету Поліського національного університету, м. Житомир, Україна.

Адамчук Л., Лісогурська Д., Євтушенко О., Фурман С., Двикалюк Р., Лісогурська О., Пилипко К., Сенчук Т., Діхтяр О., Антонів А., Скрипка Г., Гусятинська О. [під заг. ред. Л. Адамчук]. Бджільництво: вектори наукових досліджень. Монографія. Київ : НУБіП України, 2022. 386 с.

ISBN 978-617-8102-75-3

eISBN 978-617-8102-75-3

Монографія містить результати теоретико-методологічних, статистичних, експериментальних досліджень та практичний досвід їхнього впровадження у бджільництві. Видання буде корисним для працівників науково-дослідних установ, виробничникам, бджолярам-практикам, а також може використовуватися у підготовці фахівців зі спеціальностей «Технологія виробництва і переробка продукції тваринництва», «Харчові технології», «Агрономія», «Ветеринарна медицина» та суміжних у закладах вищої та фахової освіти.

© Автори, 2022

© ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», 2022

© ГО «Фундація жінок пасічників», 2022

© НУБіП України, 2022

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	9
РОЗДІЛ 1. ПАСІЧНІ ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ	10
<i>Адамчук Л., Гусятинська О., Двикалюк Р., Пилипко К.</i>	
1.1. Передумови та реєстрація пасічних господарств України	10
1.2. Напрями господарювання за регіонами України	29
1.3. Вплив російсько-української війни на бджільництво	36
РОЗДІЛ 2. БДЖОЛОЗАПИЛЕННЯ	44
<i>Адамчук Л., Лісогурська Д., Двикалюк Р., Фурман С., Лісогурська О., Антонів А., Пилипко К.</i>	
2.1. Забезпеченість бджолозапилення в Україні	44
2.2. Практичний досвід запилення ягідних культур	50
РОЗДІЛ 3. СУЧАСНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ У БДЖІЛЬНИЦТВІ	60
<i>Адамчук Л., Лісогурська Д., Двикалюк Р., Фурман С., Лісогурська О., Сенчук Т., Пилипко К.</i>	
3.1. Пристрій для отримання води з гнізд медоносних бджіл	60
3.2. Пристрій для рознесення фунгіцидів під час бджолозапилення	71
3.3. Нова методика дослідження антибактеріальних властивостей меду	82
3.4. Апімоніторинг, як чинник агроекологізації	85
РОЗДІЛ 4. БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ СПОЛУКИ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ	93
<i>Адамчук Л., Двикалюк Р., Пилипко К.</i>	
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕЧНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ МЕДУ	104
<i>Адамчук Л., Лісогурська Д., Діхтяр О., Скрипка Г., Гусятинська О., Фурман С., Лісогурська О., Антонів А., Пилипко К.</i>	

5.1. Ботанічна та географічна ідентифікації українських медів	104
5.2. Монофлорні сорти меду	111
5.2.1. Дослідження ріпакового меду	112
5.2.2. Дослідження монофлорних сортів меду Одеської області	115
5.2.3. Дослідження українських падевих медів	119
5.2.4. Дослідження оригінальних сортів меду.	127
5.3. Антиоксидантні властивості меду	140
5.4. Вміст антибіотиків у меду	149
5.5. Техногенне забруднення меду	157
5.6. Дослідження вмісту хлорорганічних пестицидів у меду	162
5.6.1. Методи контролю хлорорганічних пестицидів у меду та інших продуктах бджільництва	163
5.6.2. Вміст хлорорганічних пестицидів у меду Одеської області	167
РОЗДІЛ 6. ХВОРОБИ БДЖІЛ: СТАТИСТИКА, ПРОФІЛАКТИКА, ЛІКУВАННЯ	170
<i>Євтушенко О., Лісогурська Д., Фурман С., Лісогурська О.</i>	
6.1. Гнильцеві хвороби бджіл	173
6.2. Мікози бджіл	175
6.3. Вірози бджіл	178
6.4. Протозоози бджіл	180
6.5. Акарози бджіл	182
6.6. Заходи контролювання хвороб бджіл	185
6.7. Використання хвойного екстракту проти вароозу в органічному бджільництві	187
РОЗДІЛ 7. ПАТАНАТОМІЯ МЕДОНОСНОЇ БДЖОЛИ ПРИВАТНИХ ПАСІК ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ	191
<i>Пилипко К.</i>	
7.1. Феномен смертності бджолиних сімей	192
7.1.1. Синдром руйнування бджолиних сімей	192
7.1.2. Токсичний вплив пестицидів на медоносних бджіл	200
7.2. Матеріали та методи для проведення дослідження	210
7.2.1. Розтин медоносної бджоли	210

7.2.2. Кодування станів патанатомічних ознак	212
7.2.3. Статистичний аналіз та візуалізація даних з використанням мови програмування R	213
7.3. Результати дослідження патанатомії медоносної бджоли	214
РОЗДІЛ 8. СЕЛЕКЦІЯ І РОЗВЕДЕННЯ БДЖІЛ	236
<i>Сенчук Т., Лісогурська Д., Фурман С., Лісогурська О.</i>	
8.1. Розведення популяцій бджіл на прикладі Житомирської області	236
8.2. Гадяцький тип української популяції бджіл	241
8.2.1. Походження та ареал поширення українських степових бджіл	241
8.2.2. Створення внутрішньопородного типу української степової породи бджіл Гадяцький	243
8.2.3. Умови та схема проведення селекційної роботи	243
8.2.4. Підбір пасік для селекційно-племінної роботи	245
8.2.5. Відбір материнських і батьківських бджолиних сімей для виведення маток	248
8.2.6. Оцінювання та підбір пасік для формування внутрішньопородного типу української степової породи бджіл з поліпшеною гігієнічною поведінкою	249
8.2.7. Порівняльне оцінювання якості бджіл від маток різних поколінь генеалогічних груп для підтримання племінного ядра	261
8.2.8. Оцінювання впливу переданого господарствам селекційного матеріалу на прояв гігієнічної поведінки бджолиних сімей і їхньої продуктивності	268
8.2.9. Контроль стабілізації гігієнічної поведінки та характерних ознак породи в бджіл на підібраних пасіках	270
РОЗДІЛ 9. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	275
<i>Антонів А., Адамчук Л.</i>	
9.1. Мед та його використання в харчових технологіях	275
9.2. Прополіс, бджолине обніжжя, бджолине маточне молочко та їхнє використання в харчових технологіях	283

9.3. Застосування в харчових технологіях воску, розплоду та бджіл	289
9.4. Поточний стан виробництва меду і продукції бджільництва та перспективи використання в промислових обсягах	291
9.5. Розроблення рецептури пшеничного хліба з додаванням бджолиного обніжжя з фацелії та гарбузового насіння	298
9.6. Розроблення рецептури житнього хліба з додаванням ріпакового меду, насіння льону і соняшника	307
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	314
ДОДАТКИ	335
АНОТАЦІЯ	384

ПЕРЕДМОВА

Бджільництво – одна з найбільш перспективних галузей України, що забезпечує населення дієтичними та лікувальними продуктами, необхідними для організму людини поживними речовинами, мінералами, вітамінами та іншими біологічно активними сполуками. Україна входить у топ-5 країн ключових експортерів меду. Окрім того, більша частина ентомофільних культур запилюються медоносною бджолою. Зменшення площі запилення створює додаткове навантаження на організм людини. За останні 50 років у світі площі сільськогосподарських угідь збільшилися на 41%, площі повністю залежних від запилення – на 33%. Медоносні бджоли, як запилювачі, сприяють підвищенню врожайності в агросекторі.

Авторський колектив акцентує увагу на сучасних векторах наукових та практичних досягнень у галузі бджільництва. Представлена монографія є узагальненням теоретичних та прикладних досліджень, що пройшли апробацію на всеукраїнських та міжнародних конференціях, знайшли застосування в науково-дослідних проєктах та містить дев'ять розділів. Перший охоплює пасічні господарства України, напрями їхніх господарювання в межах регіонів України, а також вплив війни на галузь. У другому розділі представлено забезпеченість бджолозапилення та практичний досвід запилення ягідних культур. Сучасні напрями досліджень у бджільництві проаналізовані в третьому розділі. Біологічно активні сполуки бджолиного обніжжя та безпечність і якість меду автори всебічно репрезентували в четвертому та п'ятому розділах монографії. Складова ветеринарної медицини галузі у шостому розділі представлена характеристикою хворою бджіл, заходами профілактики та лікування. Ґрунтовні висвітлення сучасних аспектів патологічної анатомії медоносної бджоли, зокрема розтин, кодування станів, статистичний аналіз представлені у сьомому розділі. Концептуальні положення селекційної роботи та розведення бджіл відображені у восьмому розділі монографії. У дев'ятому розділі описано використання апіпродуктів у харчових технологіях та перспективи застосування у промислових обсягах.

Отже, ключові аспекти наукових досягнень, теоретичні та практичні основи сучасного бджільництва, що представлені у монографії, є необхідною умовою розвитку галузі та будуть представляти інтерес для фахівців у галузі бджільництва, корисні здобувачам освіти, науковцям, педагогам.

РОЗДІЛ 1

ПАСІЧНІ ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

1.1. Передумови та реєстрація пасічних господарств України

Україна, як постачальник в країни ЄС, посідає провідне місце поміж виробників основного продукту бджільництва – меду. Відповідно до звіту Eurostat у 2021 році країни-члени ЄС імпортували 173 400 тонн натурального меду («меду») з країн поза ЄС на суму 405,9 млн євро. Натомість у 2021 році країни-члени ЄС експортували за межі ЄС лише 25 500 тонн. Цей експорт склав 146,6 млн євро. Імпорт меду з країн поза ЄС у 2021 році надходив переважно з України (53 800 тонн, або 31% від загального імпорту меду поза ЄС), за нею йшли Китай (48 000 тонн, 28%), Мексика (15 500 тонн, 9%), Аргентина (14 400 тонн, 8%) і Бразилія (7 900 тонн, 5%). (Eurostat). Останні роки, не лише у ЄС, а й на світовому ринку виробників меду Україна займала лідируючі позиції. Відповідно, це зобов'язує українських виробників (пасічників) до прозорості в господарській діяльності та прослідковуваності походження продукту, як це вимагають міжнародні стандарти.

Відповідно до рішення Комісії (ЄС) 2019/974 від 12 червня 2019 року було ухвалено національні програми для покращення виробництва та маркетингу продуктів бджільництва, поданих державами-членами відповідно до Регламенту (ЄС) № 1308/2013 Європейського Парламенту та Ради на період 2020–2022 років. Національні програми виробництва та маркетингу продукції бджільництва на 2020, 2021 та 2022 роки представлені Бельгією, Болгарією, Чехією, Данією, Німеччиною, Естонією, Ірландією, Грецією, Іспанією, Францією, Хорватією, Італією, Кіпром, Латвією, Литвою, Люксембургом, Угорщиною, Мальтою, Нідерландами, Австрією, Польщею, Португалією, Румунією, Словенією, Словаччиною, Фінляндією, Швецією та Сполученим Королівством (Регламент (ЄС) № 1308/2013).

У 2015 році в ЄС було прийнято Делегований Регламент Комісії (ЄС) 2015/1366 від 11 травня 2015 року, що доповнює Регламент (ЄС) № 1308/2013 Європейського Парламенту та Ради щодо допомоги в секторі бджільництва. У преамбулі Делегованого Регламенту Комісії (ЄС) 2015/1366 у п. 3 визначено, що кількість вуликів у кожній державі-учасниці є показником розміру сектору бджільництва держав-членів. Частка кожної держави-учасниці в загальній кількості вуликів у Співдружності є простою основою для розподілу внеску Співдружності в програми бджільництва. У п. 6 визначено, що Комісії необхідно знати кількість вуликів у державах-членах не лише для того, щоб розподілити

внесок Співдружності на програми бджільництва, але й для того, щоб слідкувати за тенденцією щодо кількості вуликів у державах-членах, щоб оцінити вплив заходів підтримки на сектор бджільництва та інформування європейських громадян. У такий спосіб держави-учасниці мають щорічно звітувати Комісії про кількість вуликів, визначену відповідно до цього Регламенту.

Стаття 1 визначає, що для цілей Регламенту Комісії (ЄС) 2015/1366 під поняттям вулик (beehive) розуміється господарська одиниця, що містить бджолину сім'ю, яка використовується для виробництва меду, інших продуктів бджільництва або племінного матеріалу для відтворення медоносних бджіл, а також усі елементи, необхідні для її виживання. Держави-члени, які подають національні програми для сектору бджільництва, як зазначено у статті 55 Регламенту (ЄС) № 1308/2013 («програми бджільництва»), мусять мати надійний метод визначення, між 1 вересня та 31 грудня кожного року, кількості готових до зимівлі вуликів, присутні на їхній території. Починаючи з 2017 року, держави-члени, які подають програми бджільництва, щороку повідомляють Комісії про кількість вуликів на своїй території, готових до зимівлі (Звіт Комісії).

Звіт Європейської Комісії від 17.12.2019 року про реалізацію програм з бджільництва містить відомості про огляд сектору бджільництва. В ЄС на час подання Звіту було приблизно 17,5 мільйонів вуликів, якими керували 650 000 бджолярів. Згідно зі Звітом, кількість бджолярів зросла порівнюючи з даними за 2016 рік. У Звіті зазначається, що 17 держав-членів використовують обов'язкові методи підрахунку вуликів, включно з державами-членами з найбільшою кількістю вуликів, такі як Іспанія, Румунія, Італія, Франція та Греція. Обов'язкові методи можуть включати обов'язкову реєстрацію бджолярів та/або вуликів у спеціальному реєстрі, створеному для цієї конкретної мети або використання даних з інших обов'язкових реєстрів, таких як ветеринарні інформаційні системи. Загалом 11 держав-членів натомість використовують інші методи, крім обов'язкової реєстрації. До них належать країни-члени з меншою кількістю вуликів, такі як Швеція, Данія, Ірландія та Естонія. Ці держави-члени можуть покладатися на інформацію, отриману від організацій бджолярів, опитувань, переписів чи комбінації цих методів.

В Україні облік бджолиних сімей здійснювався завдяки веденню ветеринарно-санітарного паспорта пасіки, як і у всіх пострадянських країнах. Так, Наказом Міністерства аграрної політики України і Української академії аграрних наук від 20.09.2000 року № 184/82 було затверджено Порядок видавання ветеринарно-санітарного паспорта пасіки. Зазначений порядок передбачав реєстрацію в журналі обліку районного (міського) управління

ветеринарної медицини і присвоєння порядкового номера виданому ветеринарно-санітарному паспорту.

Із внесенням у 2020 році змін до Постанови КМУ від 7 лютого 2018 р. № 107 та початком видання дотацій на бджолині сім'ї виникла проблема з належним обліком пасічницьких господарств. Крім цього планування доходів і видатків бюджету має спиратися на належне інформаційне забезпечення. Для того, аби розрахувати та запланувати витрати у наступному році потрібно знати достовірну інформацію про кількість пасічницьких господарств та наявну кількість бджолиних сімей. Реалізація продукції бджільництва на міжнародному ринку згідно з вимогами регламентів, також вимагає прозорості та простежуваності виробників продукції. Стратегія «від лану до столу» передбачає прослідковування походження виробленого меду від місця, умов збору бджолами нектару до потужностей пакування готової продукції та її реалізації. Проте, основною передумовою належного обліку пасічних господарств стала імплементація національного законодавства до вище перелічених регламентів ЄС з метою вступу нашої держави до Європейської Співдружності.

Ці всі підстави стали рушійною силою в розгляді та прийнятті Наказу Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України від 19.02.2021 року № 338, який передбачав внесення змін до обліку пасічних господарств в Україні. Зазначеним Наказом № 338 було затверджено новий спрощений Порядок видачі ветеринарно-санітарного паспорта пасіки та Порядок реєстрації пасік, які передбачають ведення Реєстру ветеринарно-санітарних паспортів пасік.

Аналіз даних Реєстру ветеринарно-санітарних паспортів пасік в Україні, показав, що станом на жовтень 2022 року зареєстровано 49 089 пасічницьких господарств, що утримують 2 423 370 бджолиних сімей. Реєстр містить інформацію у розрізі областей та зведену щодо України.

До реєстру вносяться відомості про:

- єдиний унікальний номер паспорта пасіки;
- інформація власника пасіки – найменування та код згідно з ЄДРПОУ юридичної особи або прізвище, ім'я та по батькові (за наявності) та реєстраційний номер облікової картки платника податків або серію та номер паспорта (для фізичних осіб, які через свої релігійні переконання відмовляються від прийняття реєстраційного номера облікової картки платника податків та повідомили про це відповідний контролюючий орган і мають відмітку в паспорті) фізичної особи або фізичної особи-підприємця;
- місце проживання фізичної особи або місцезнаходження юридичної особи – власника пасіки;

- контактна інформація власника пасіки або уповноваженої ним особи (номер телефону, адреса електронної пошти);
- місце фактичного розташування пасіки з зазначенням інформації щодо земельної ділянки (адреса або кадастровий номер земельної ділянки);
- кількість бджолиних сімей, що обслуговуються у господарстві;
- порода (популяція) бджолиних сімей (за наявності);
- статус пасіки (зареєстрована/ліквідована).

Інформація з Реєстру дає можливість виробникам (в тому числі суміжних галузей, які забезпечують бджільництво) та державним службовцям аналізувати кількість бджолиних сімей та її динаміку (за роками), зробити відповідні висновки щодо стану бджільництва в Україні, вести належний облік, як це вимагають регламенти ЄС.

Для подальшого аналізування ведення бджільництва в Україні, було згруповано пасічницькі господарства за кількістю бджолиних сімей за областями – до 10, 20, 50, 100, 150 та 150 і більше (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Пасічницькі господарства України
згідно з державним реєстром (Наказ Мінекономіки № 338)

Назва адміністративно-територіальної одиниці	Кількість бджолиних сімей у господарстві						
	до 10	до 20	до 50	до 100	до 150	більше 150	Всього
Автономна Республіка Крим	Облік не проводився у зв'язку з тимчасовою окупацією						
м. Київ	1	2	8	3	0	1	15
Вінницька	73	489	1297	838	233	226	3156
Волинська	95	387	373	81	18	12	966
Дніпропетровська	608	641	1093	516	118	94	3070
Донецька	171	349	562	196	34	36	1348
Житомирська	29	209	371	140	33	23	805
Закарпатська	17	80	328	356	144	121	1046
Запорізька	603	717	1255	502	109	69	3255
Івано-Франківська	133	640	908	383	92	73	2229
Київська	241	409	612	197	32	29	1520
Кіровоградська	309	657	1666	937	194	149	3912
Луганська	216	345	823	410	78	85	1957
Львівська	160	700	865	307	58	57	2147
Миколаївська	699	615	1086	499	96	112	3107
Одеська	162	446	1198	680	158	143	2787
Полтавська	175	400	836	435	103	107	2056
Рівненська	81	386	444	118	16	9	1054
Сумська	231	576	1035	428	150	96	2516
Тернопільська	121	506	688	308	76	20	1719

Продовження таблиці 1.1.

Назва адміністративно-територіальної одиниці	Кількість бджолиних сімей у господарстві						
	до 10	до 20	до 50	до 100	до 150	більше 150	Всього
Харківська	222	358	877	414	98	80	2049
Херсонська	135	396	651	182	22	16	1402
Хмельницька	148	467	858	464	115	82	2134
Черкаська	210	608	959	492	99	71	2439
Чернівецька	8	102	377	307	110	100	1004
Чернігівська	132	371	614	212	42	25	1396
Всього:	4980	10856	19784	9405	2228	1836	49089

У групу пасічницьких господарств, у яких утримують до 10 бджолиних сімей, задекларовано 4980. Найбільша їхня частка у Дніпропетровській (12%), Запорізькій (12%) та Миколаївській областях (14%) (рис. 1.1).

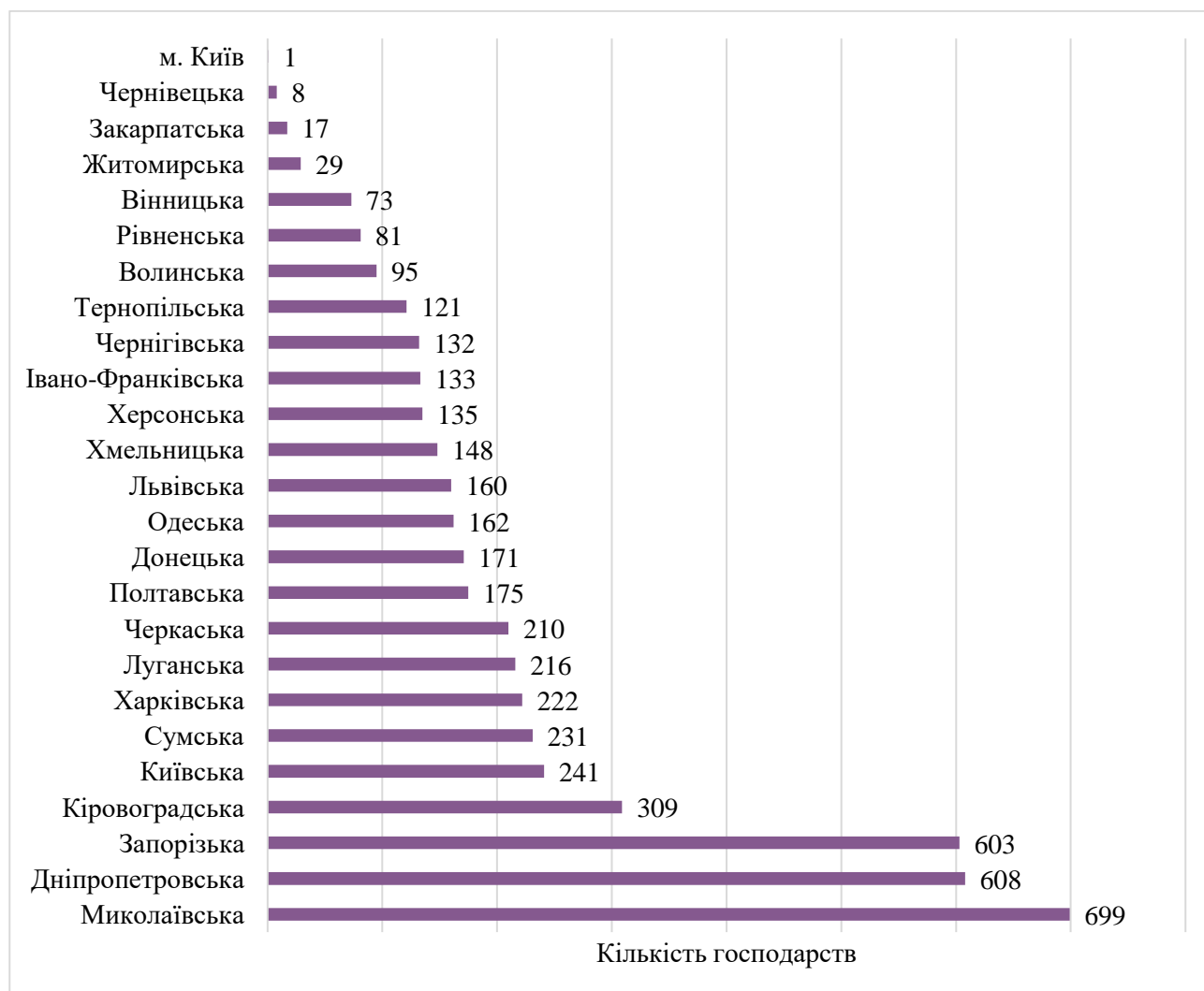


Рис. 1.1. Кількість господарств в Україні, які утримують до 10 бджолиних сімей, у розрізі областей

Найменша кількість пасік, де утримують до 10 бджолиних сімей у столиці (лише одне господарство) та Чернівецькій області – 8 господарств, або 0,2% від загальної кількості в Україні. Загалом Закарпатська, Житомирська, Вінницька, Рівненська та Волинські області налічують менше 100 господарств, де утримують до 10 бджолиних сімей.

У групу пасічницьких господарств, у яких утримують до 20 бджолиних сімей у загальному в Україні увійшло 10856 (рис.1.2), що на 54% більше у порівнянні з першою групою.

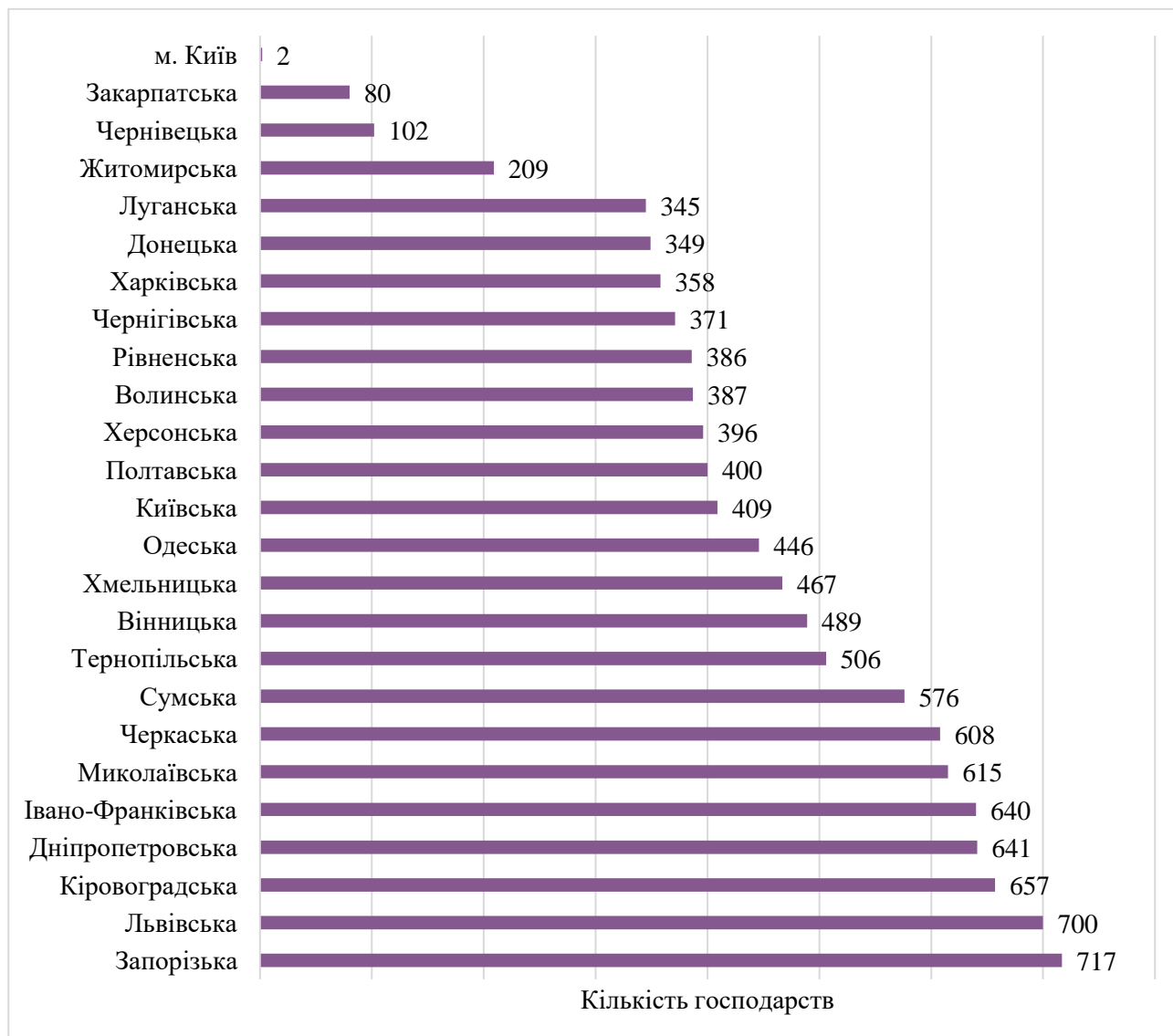


Рис. 1.2. Кількість господарств в Україні, які утримують від 10 до 20 бджолиних сімей, у розрізі областей

Лише 2 таких господарства є в столиці, найменша їхня кількість у Закарпатській (0,7%), Чернівецькій (0,9%) та Житомирській областях (1,9%).

Найбільша частка господарств, які утримують до 20 бджолиних сімей у Запорізькій області становить 7% та по 6% – у Львівській, Кіровоградській, Дніпропетровській, Івано-Франківській, Миколаївській, Черкаській.

19 784 пасічницьких господарств утримують до 50 бджолиних сімей. Кіровоградська (8%), Вінницька (7%), Запорізька, Одеська, Дніпропетровська області (складають по 6% кожна), а всі інші області – 5% та менше (рис. 1.3).

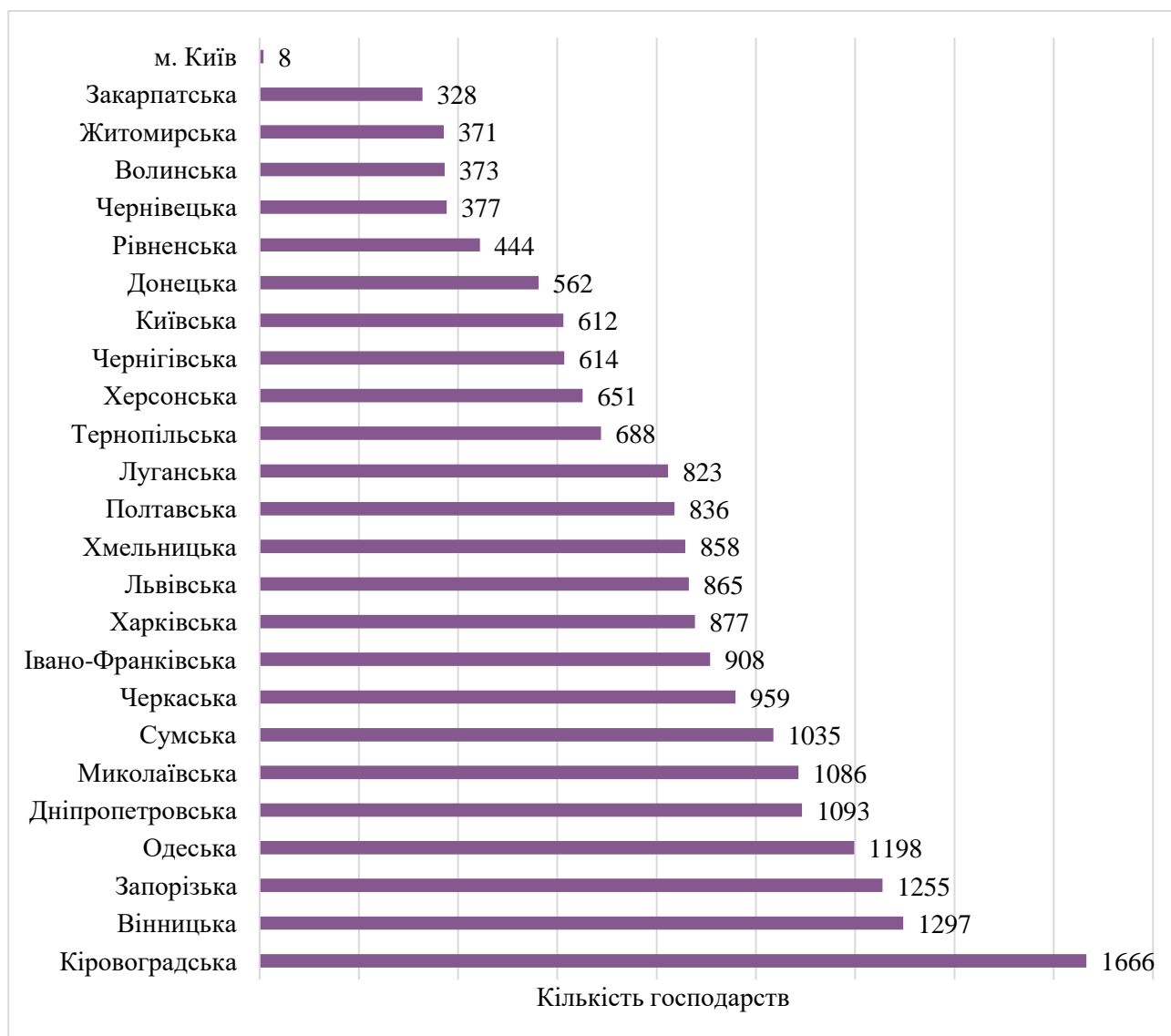


Рис. 1.3. Кількість господарств в Україні, які утримують від 20 до 50 бджолиних сімей, у розрізі областей

У столиці утримують найменше в Україні пасічних господарств чисельністю до 50 бджолиних сімей – лише 8. Однак, це найтипівіші господарства для регіону, що також характерно і для всієї території України (див. табл. 1.1). Понад тисячі господарств утримують до 50 бджолиних сімей

у Сумській, Миколаївській, Дніпропетровській, Одеській, Запорізькій, Вінницькій та Кіровоградській областях.

Більш чисельних господарств в Україні менше. Прийнято вважати, що одна людина може обслуговувати 100 бджолиних сімей. Група пасічницьких господарств, які утримують від 50 до 100 бджолиних сімей, нараховує 9 405. Поміж них, лідируючу позицію, як і в попередній групі, займає Кіровоградська область, де майже тисячу господарств утримують до 100 бджолиних сімей, що становить 10% від загальної кількості. На другому і третьому місцях Вінницька (9%) і Одеська (7%) області. Волинська область містить найменшу кількість господарств у цій групі – 0,9% (рис. 1.4).

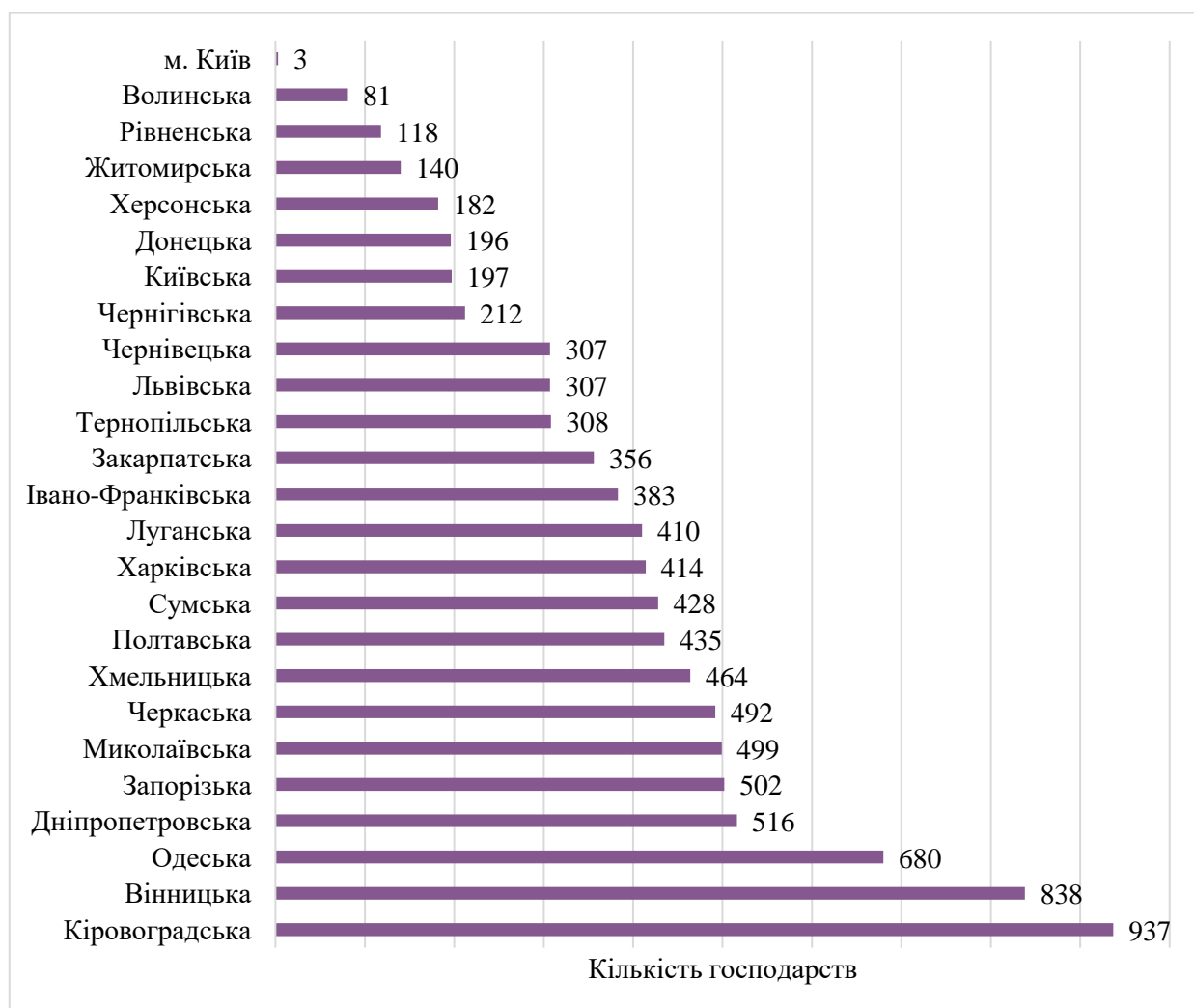


Рис. 1.4. Кількість господарств в Україні, які утримують від 50 до 100 бджолиних сімей, у розрізі областей

Господарства, у яких утримують понад 100 бджолиних сімей, прийнято відносити до напівпромислових для медового та запилювального напрямів, а

також до промислових – розплідницького та комплексного. У групі від 100 до 150 бджолиних сімей нараховано 2228 пасічних господарств в Україні. Найбільше таких господарств у Вінницькій (10 %), Кіровоградській (9 %), Одеській (7 %) та Сумській (7 %) областях. Всі інші області у цій групі складають 5 % та менше (рис.1.5).

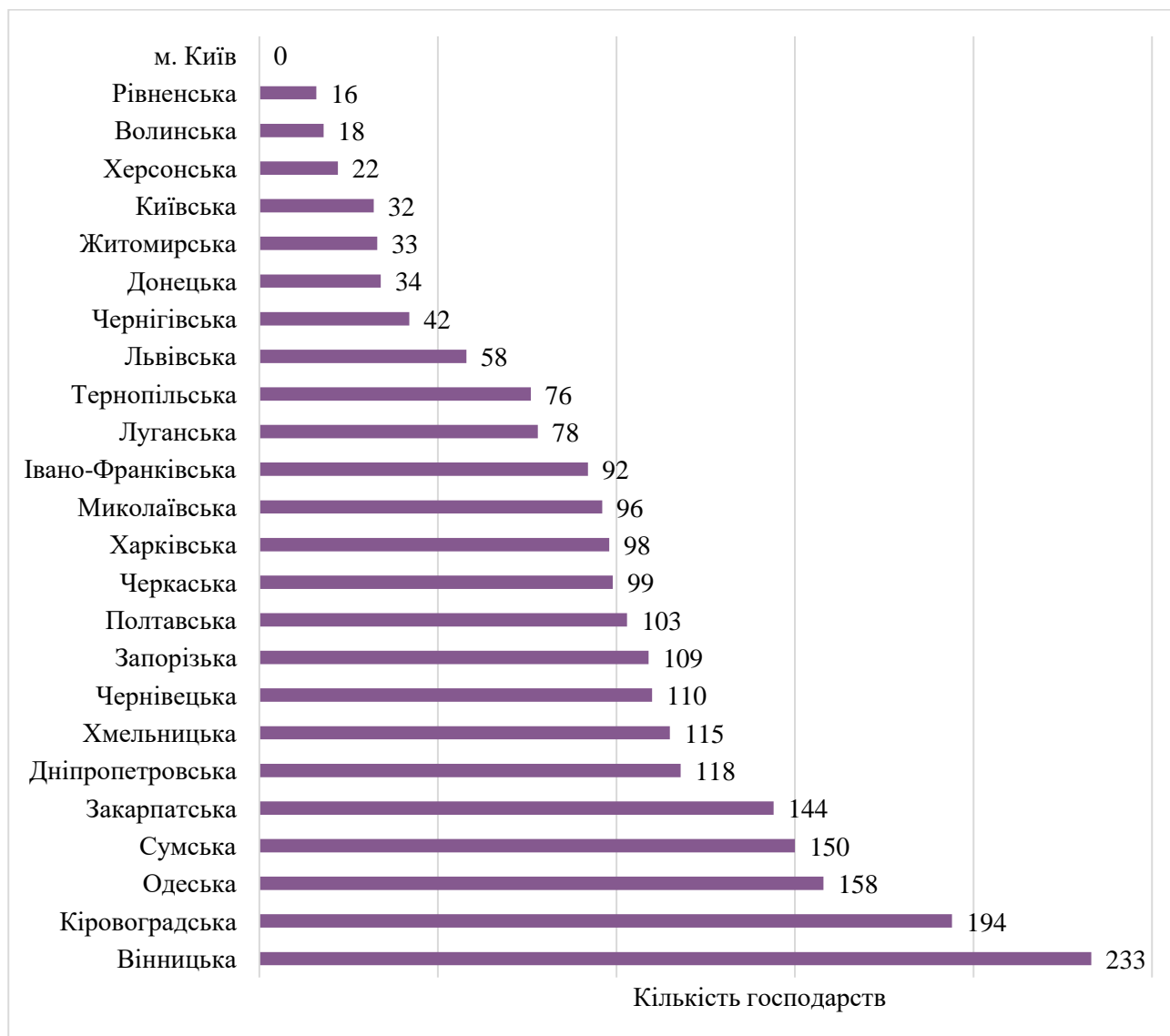


Рис. 1.5. Кількість господарств в Україні, які утримують від 100 до 150 бджолиних сімей, у розрізі областей

Загалом, більше ста господарств у Полтавській, Запорізькій, Чернівецькій, Хмельницькій, Дніпропетровській, Закарпатській, Сумській, Одеській, Кіровоградській, Вінницькій областях утримують пасіки, які налічують до 150 бджолиних сімей кожне.

Найменша кількість господарств цієї групи розташована у Рівненській (0,7%) та Волинській (0,8%) областях. У столиці відсутні господарства до 150 бджолиних сімей, що ймовірно пов'язано з неможливістю розміщення такої кількості.

1836 пасічницьких господарств утримують 150 і більше бджолиних сімей. Це промислові господарства, які медово-товарного або комплексного напрямів виробництва. Найбільші господарства України зосереджені у Вінницькій (12 %), Кіровоградській (8%), Одеській (8 %), Закарпатській (7 %), Миколаївській (6%) і Полтавській (6 %) областях (рис. 1.6).

Варто зазначити, що і в попередній групі Вінницька, Кіровоградська та Одеська області також займали лідируючі позиції. Це свідчить, що перелічені області є осередком промислового бджільництва та мають ресурсне забезпечення для його розвитку. Вагоме значення для промислового бджільництва має медовий запас місцевості та сприятливий клімат у регіонах.

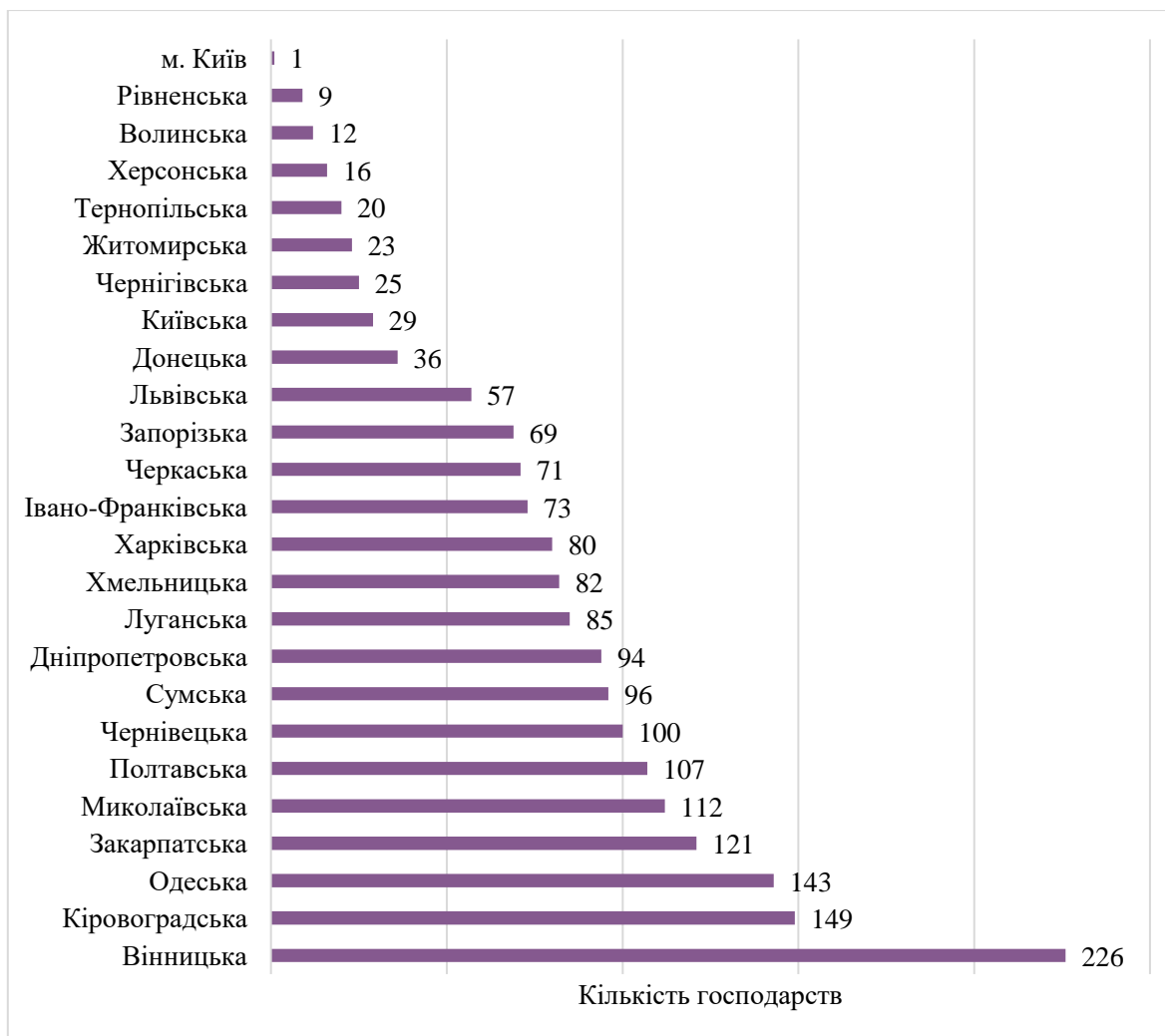


Рис. 1.6. Кількість господарств в Україні, які утримують більше 150 бджолиних сімей, у розрізі областей

Найнижчий відсоток промислових пасік у Рівненській (0,5) та Волинській (0,7) областях, у столиці лише одне таке господарство. Також, слід зазначити, що промислові господарства переважно мають мобільні (кочові) пасіки і можуть переміщатися у інші області для використання медозборів. Фактичне місцезнаходження пасік впродовж сезону може відрізнятися від заявленого у реєстрі.

Загалом, в Україні найбільша частка пасічних господарств (40%) припадає на пасіки розміром від 20 до 50 бджолиних сімей (рис. 1.7). 22% становлять господарства розміром до 20 бджолиних сімей та 10% до 10 бджолиних сімей. Звичайно, що ця частка (33%) не може забезпечувати сировиною на експорт.

Напівпромислові та промислові, пасіки, становлять в сумі лише 8% від усієї чисельності пасічних господарств. Тому припускаємо, що на експорт також надходить мед із пасічних господарств розміром до 100 бджолиних сімей, який об'єднується у однорідні партії (від 1 тонни).

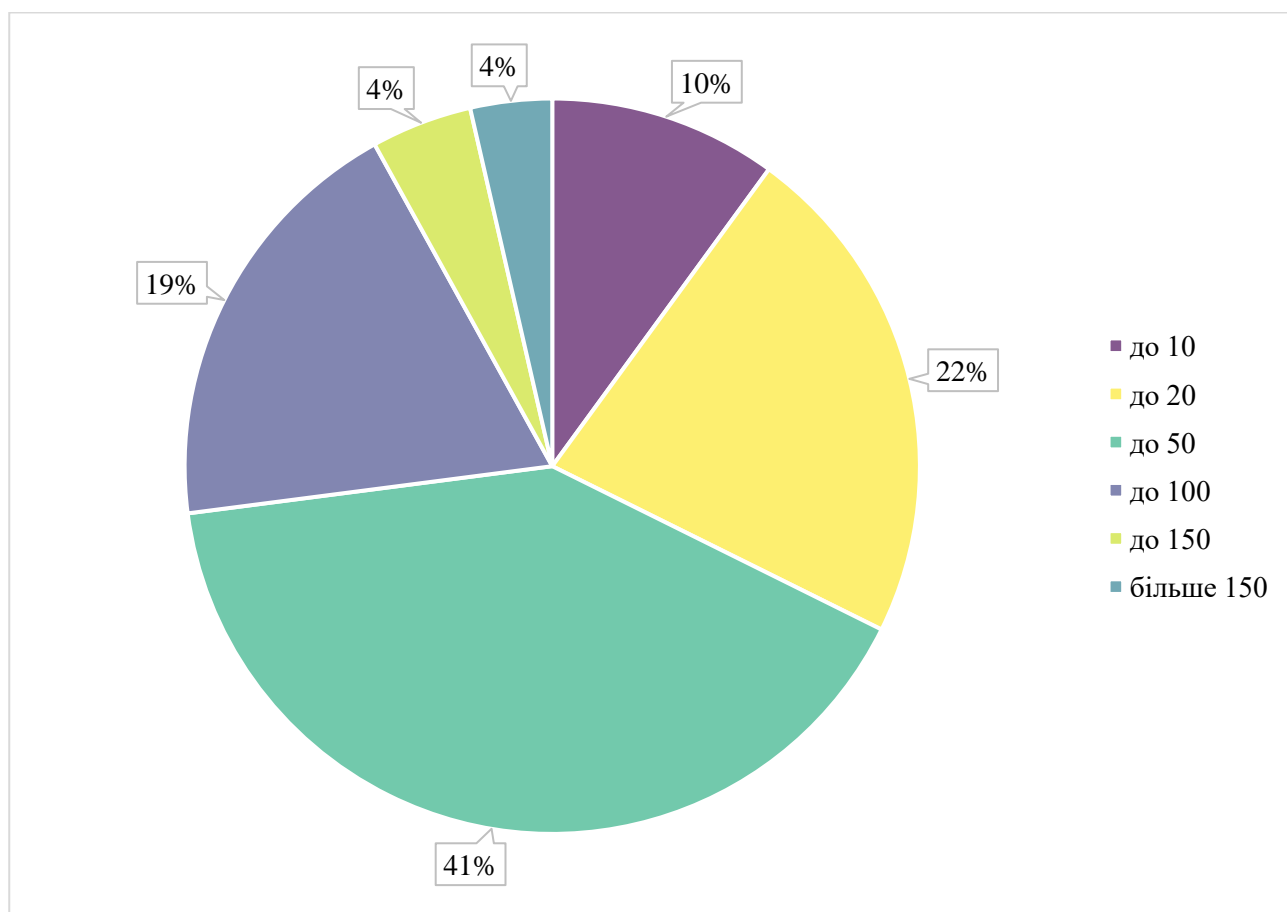


Рис. 1.7. Частка пасічних господарств в Україні за кількістю бджолиних сімей

Загальна структура господарств за чисельністю бджолиних сімей наведена на рис. 1.8. Поміж областей, найменшу кількість бджолиних сімей утримують у Житомирській (1,64%) та Волинській (1,97%) областях, що в становить лише 1771.

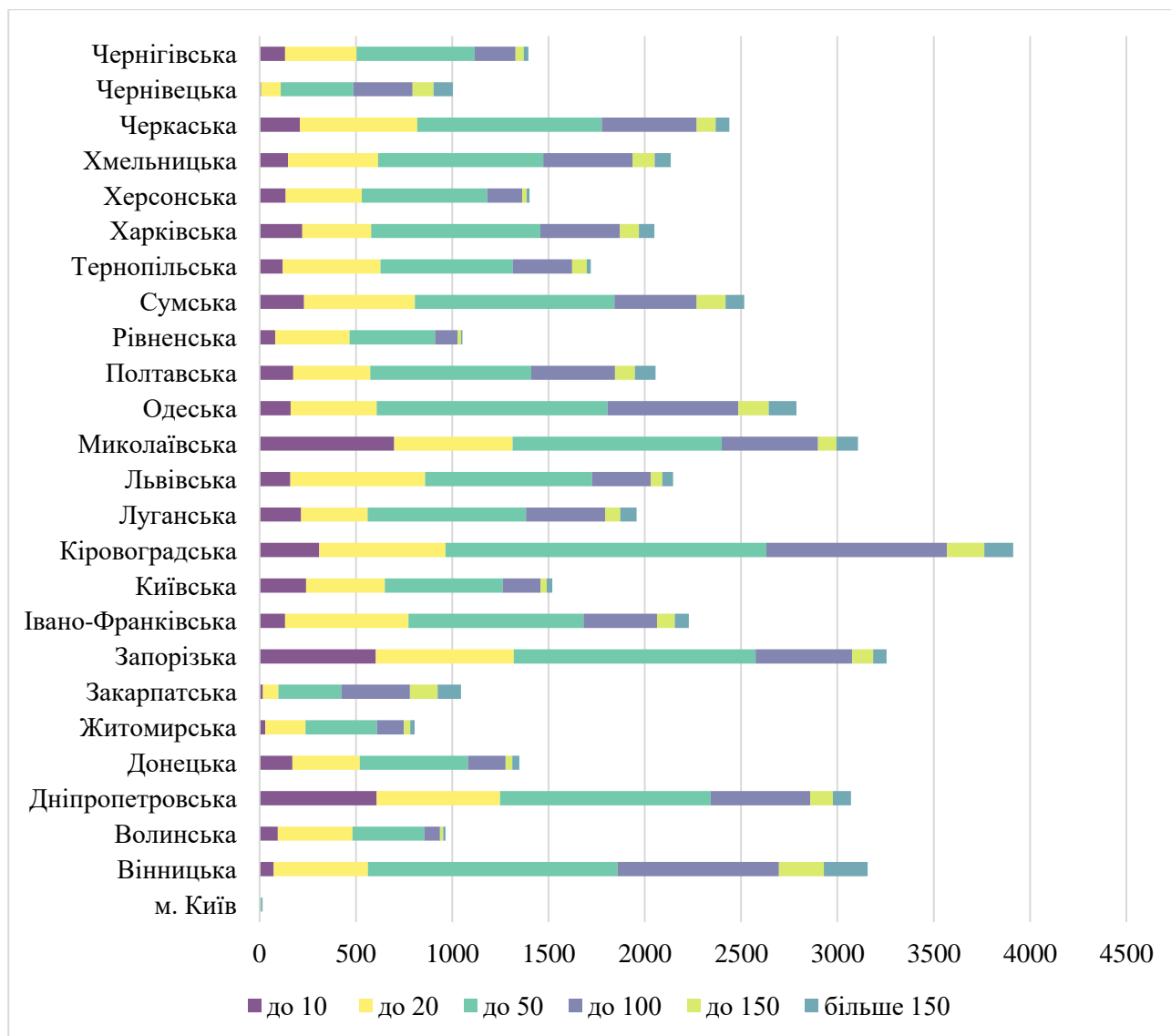


Рис. 1.8. Загальна структура чисельності пасічних господарств за бджолиними сім'ями

До 3% від усієї кількості бджолиних сімей в Україні утримують у Чернівецькій (2,05%), Закарпатській (2,13%), Рівненській (2,15%), Донецькій (2,75%), Чернігівській (2,84%) та Херсонській (2,86%) областях.

До 4% від усієї кількості бджолиних сімей в Україні утримують у Київській (3,10%), Тернопільській (3,50%) та Луганській (3,99%) областях.

До 5% від усієї кількості бджолиних сімей в Україні утримують у Харківській (4,17%), Полтавській (4,19%), Хмельницькій (4,35%), Львівській

(4,37%), Івано-Франківській (4,54%) та Черкаській (4,97%). Межу 5% перетинають Сумська (5,13%) та Одеська (5,68%) області.

Найбільша кількість бджолиних сімей зосереджена у Дніпропетровській (6,25%), Миколаївській (6,33%), Вінницькій (6,43%), Запорізькій (6,63%) та Кіровоградській (7,97%) областях. Зважаючи на окупацію та обстріли у Миколаївській та Запорізькій областях, значна частка бджолиних сімей станом на листопад 2022 року вже могла бути втрачена.

Одним із завдань під час створення нормативного документу із ведення Реєстру паспортів пасік було зменшення кількості випадків отруєнь бджіл через застосування пестицидів та агрохімікатів. Планувалося зменшити кількість випадків шляхом їхнього попередження через врегулювання системи оповіщення пасічників агровиробниками про періоди оброблення сільськогосподарських культур. Поряд з цим, змушені констатувати, що аналіз Реєстру вказує на те, що із 49 089 пасічних господарств тільки 2 491 надали електронні адреси для контакту, що складає 5,1 % від загальної кількості осіб.

Найбільш відкритими до контакту виявилися пасічники в Одеській області (рис. 1.9). Поміж них 749 осіб, що становить 30 % від усіх, надали електронні адреси для інформування.

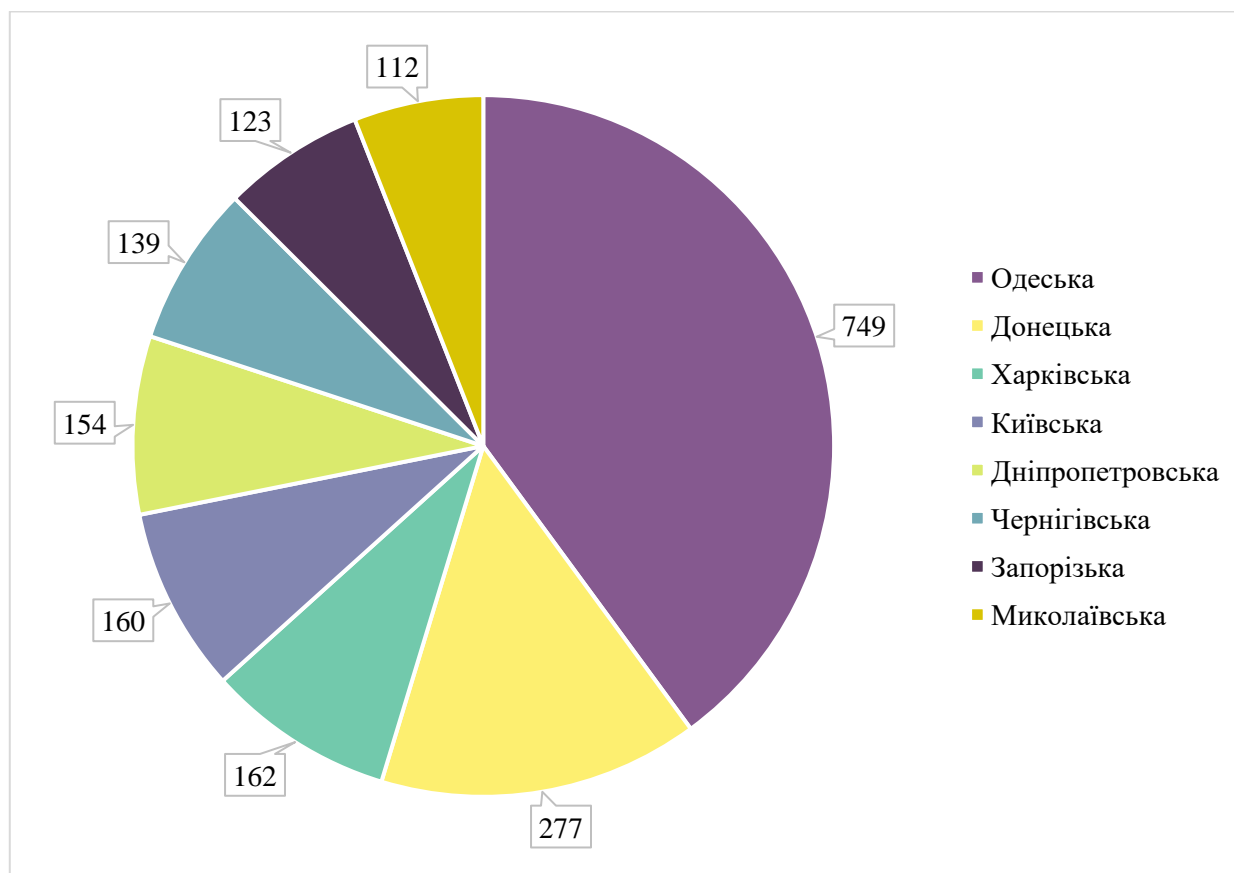


Рис. 1.9. Частка пасічників, які надали електронні адреси в розрізі деяких областей

Від загальної кількості наданих електронних адрес, значна частка припадає також на Донецьку (11%), Харківську (6,5%), Київську (6,4%), Дніпропетровську (6,2%), Чернігівську (5,6%), Запорізьку (4,9%), Миколаївську (4,5%) області. У решті областей бджолярами було надано менше 50 електронних адрес. У Тернопільській області – жодної. Так, ідея інформування пасічників через дані реєстру, зокрема, електронною поштою є не реалізованою.

Цей показник також може вказувати на економічний рівень бджолярів (відсутність смартфона) або інформаційну грамотність (відсутність знань з користування електронною поштою) та потребує подальшого дослідження.

Поміж усіх зареєстрованих пасічницьких господарств України, лише 309 є суб'єктами підприємницької діяльності, що складає 0,6 % від загальної кількості (рис. 1.10).

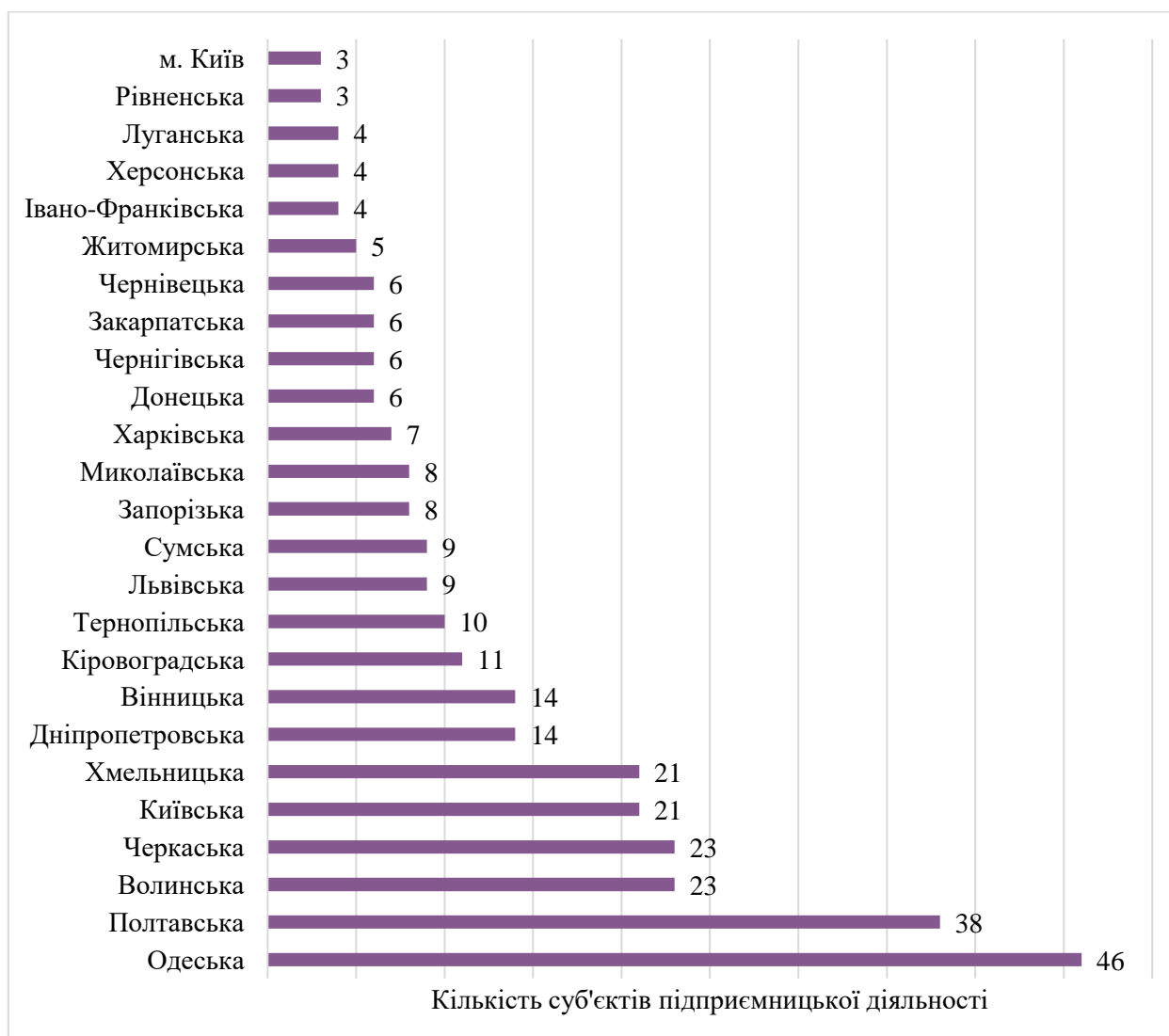


Рис. 1.10. Кількість пасічних господарств, які зареєстровані суб'єктами підприємницької діяльності

Поміж суб'єктів підприємницької діяльності, найбільше зареєстрованих ФОП, трапляються також ТОВ та лісництва. Найбільша кількість господарств, що зареєстровані суб'єктами підприємницької діяльності знаходяться у Одеській (14,9%), Полтавській (12,3%), Волинській (7,4%), Черкаській (7,4%), Київській (6,8%), Хмельницькій (6,8%) областях.

Наказом № 338 затверджено продовження Плану породного районування, який діяв і до цього в Україні. Згідно з цим документом, визначено перелік дозволених до розведення та утримання в Україні популяцій бджіл: українська степова, карпатська і поліська. 31 494 пасічницьких господарств, що складає 64,2 % від усіх зареєстрованих ідентифікують себе як такі, що утримують українську степову популяцію бджіл. 26,3 % і 0,37 % декларують, що утримують карпатську і поліську популяції бджіл. За цього, поміж популяцій найменше в Україні поширена поліська (рис.1.11).

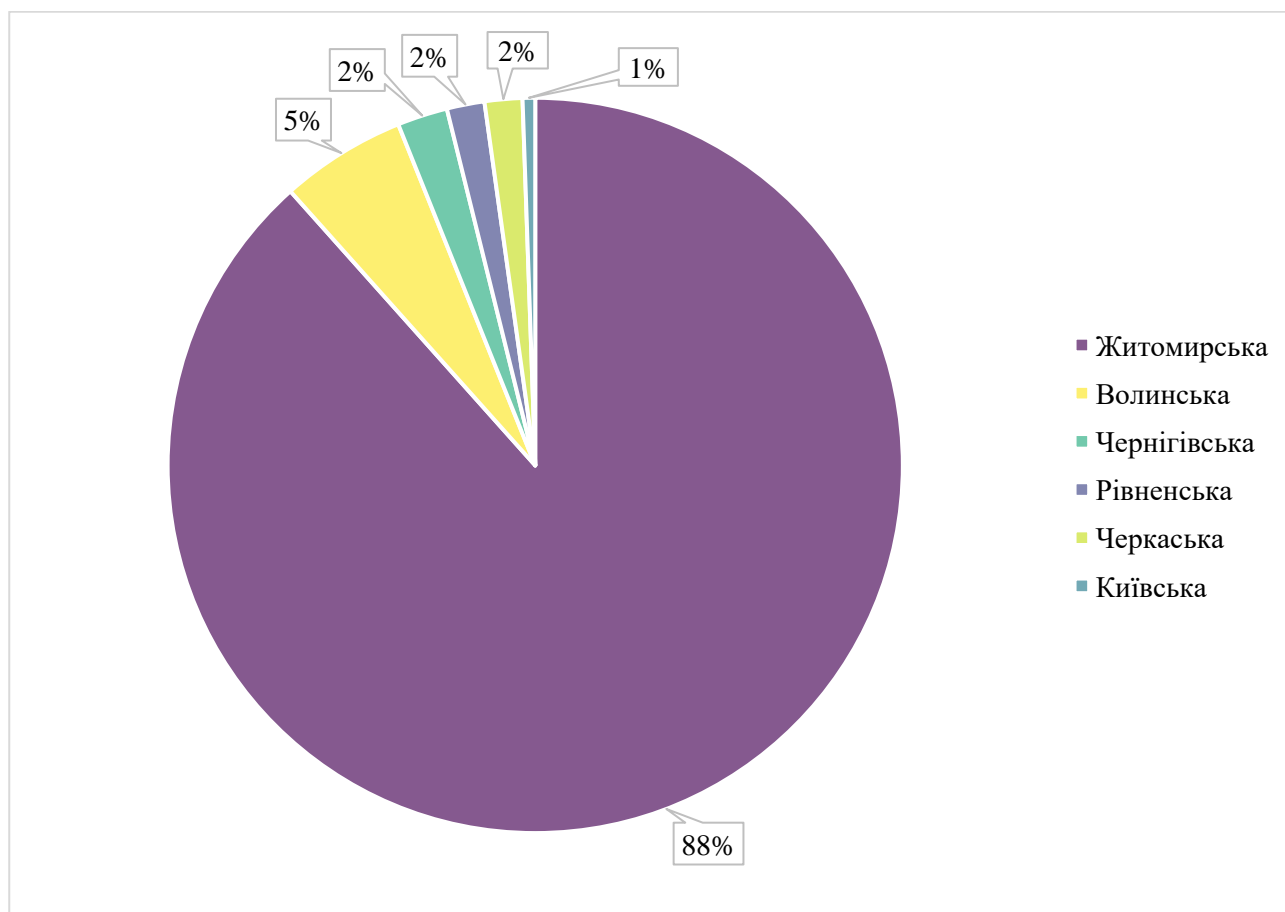


Рис.1.11. Утримання поліської популяції бджіл в Україні

Найбільше поліську популяцію розводять у Житомирській області, це 160 господарств, що становить 88% від загальної кількості зареєстрованих пасічних господарств. У Волинській області 10 пасік, Чернігівській – 4, Рівненській – 4,

Черкаській – 3, Київській – 1. Згідно з планом породного районування дозволено поліських бджіл утримувати лише у Волинській, Рівненській, Житомирській, Київській, Сумській, Чернігівській областях.

Українські степові бджоли утримуються майже в усіх областях, за виключенням Закарпатської та Івано-Франківської (табл. 1.2). Водночас, у деяких областях вони утримуються, хоча заборонені до розведення Планом породного районування, а саме у Волинській, Львівській, Рівненській, Тернопільській та Чернівецькій.

Таблиця 1.2. Відповідність утримання бджіл породному районуванню (Наказ Мінекономіки № 338)

Адміністративно територіальна одиниця	українська степова	карпатська	Порода (популяція) бджіл згідно плану
Автономна Республіка Крим	облік не проводився у зв'язку з окупацією		Українська степова, карпатська
Вінницька	2645	320	Українська степова, карпатська
Волинська	110	553	Карпатська, поліська
Дніпропетровська	3072	0	Українська степова
Донецька	463	300	Українська степова
Житомирська	442	136	Українська степова, поліська
Закарпатська	0	1045	Карпатська
Запорізька	2738	365	Українська степова
Івано-Франківська	0	2227	Карпатська
Київська	1173	219	Українська степова, поліська
Кіровоградська	3894	1	Українська степова
Луганська	1373	476	Українська степова
Львівська	1	2096	Карпатська
м. Київ	13	4	Українська степова, поліська
Миколаївська	2592	307	Українська степова
Одеська	2092	480	Українська степова
Полтавська	1829	33	Українська степова
Рівненська	104	482	Карпатська, поліська
Сумська	2155	73	Українська степова, поліська
Тернопільська	145	1134	Карпатська
Харківська	1416	390	Українська степова
Херсонська	822	472	Українська степова
Хмельницька	1891	113	Українська степова
Черкаська	1595	400	Українська степова
Чернівецька	8	994	Карпатська
Чернігівська	921	291	Українська степова, поліська

Примітка. – заборонено до розведення Планом породного районування.

Найбільш поширеними українські степові бджоли є у Кіровоградській (15,9%), Дніпропетровській (12,5%), Запорізькій (11,2%), Вінницькій (10,8%), Миколаївській (10,6%), Сумській (8,8%), Одеській (8,55%) областях (рис. 1.12).

Найменш поширеними вони є в областях, де заборонені до розведення, у порядку зменшення: Тернопільська, Волинська, Рівненська, Чернівецька, Львівська області.

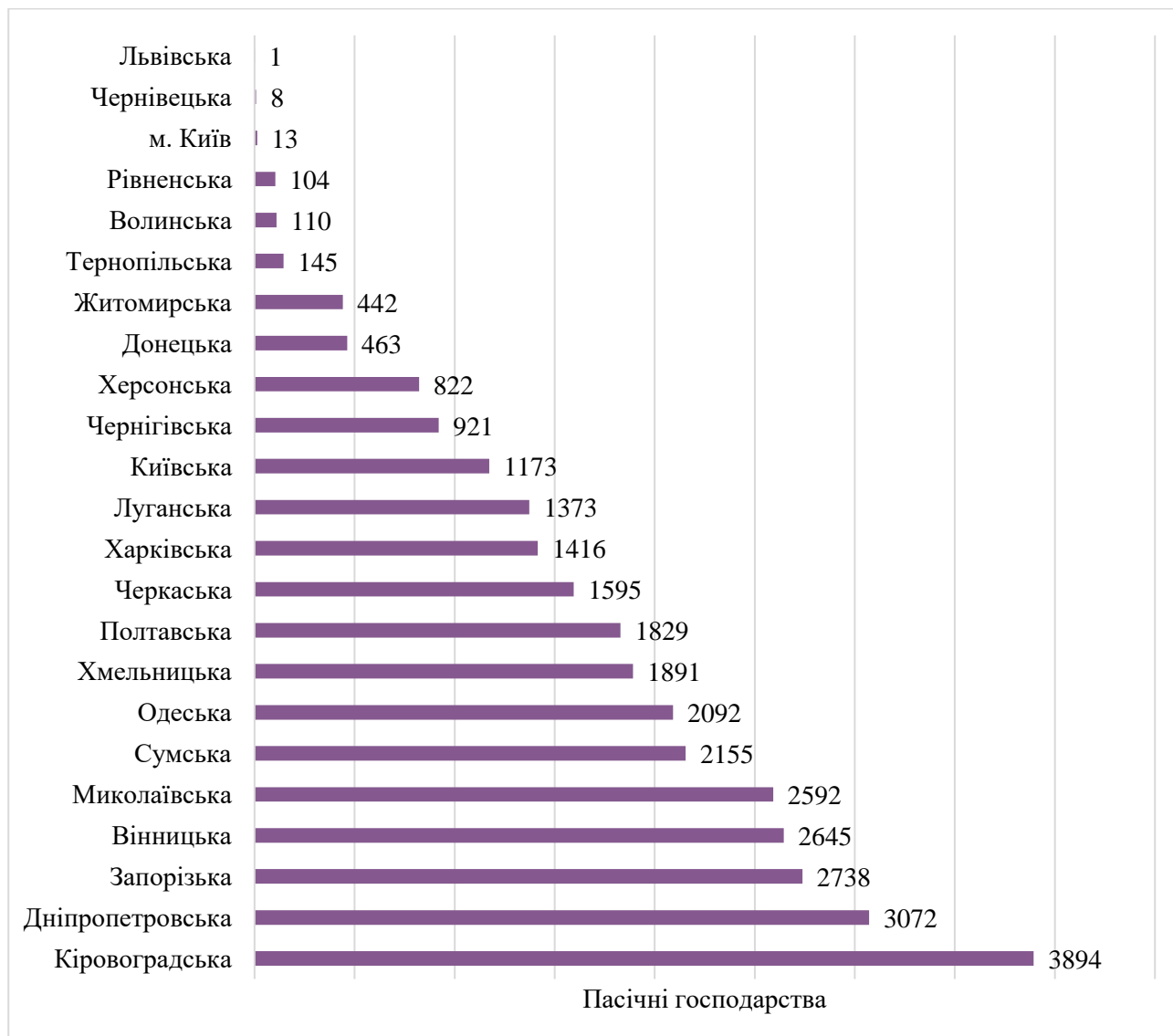


Рис. 1.12. Кількість господарств, які утримують українських степових бджіл, в розрізі областей

Карпатські бджоли поширені у всіх областях, за виключенням Дніпропетровської, де вони заборонені (рис. 1.13). У порівнянні з українськими степовими, утримуються у господарствах майже по всій території не враховуючи План породного районування. Найбільше вони поширені у Івано-Франківській (25,9%), Львівській (24,4%), Тернопільській (13,2%), Закарпатській (12,2%) та Чернівецькій (11,65%) областях.

3765 пасічних господарств утримують карпатських бджіл в областях, де заборонено їхнє розведення Планом породного районування (табл. 1.2). Це Донецька, Житомирська, Запорізька, Київська, Кіровоградська, Луганська,

Миколаївська, Одеська, Полтавська, Сумська, Харківська, Херсонська, Хмельницька, Черкаська області.

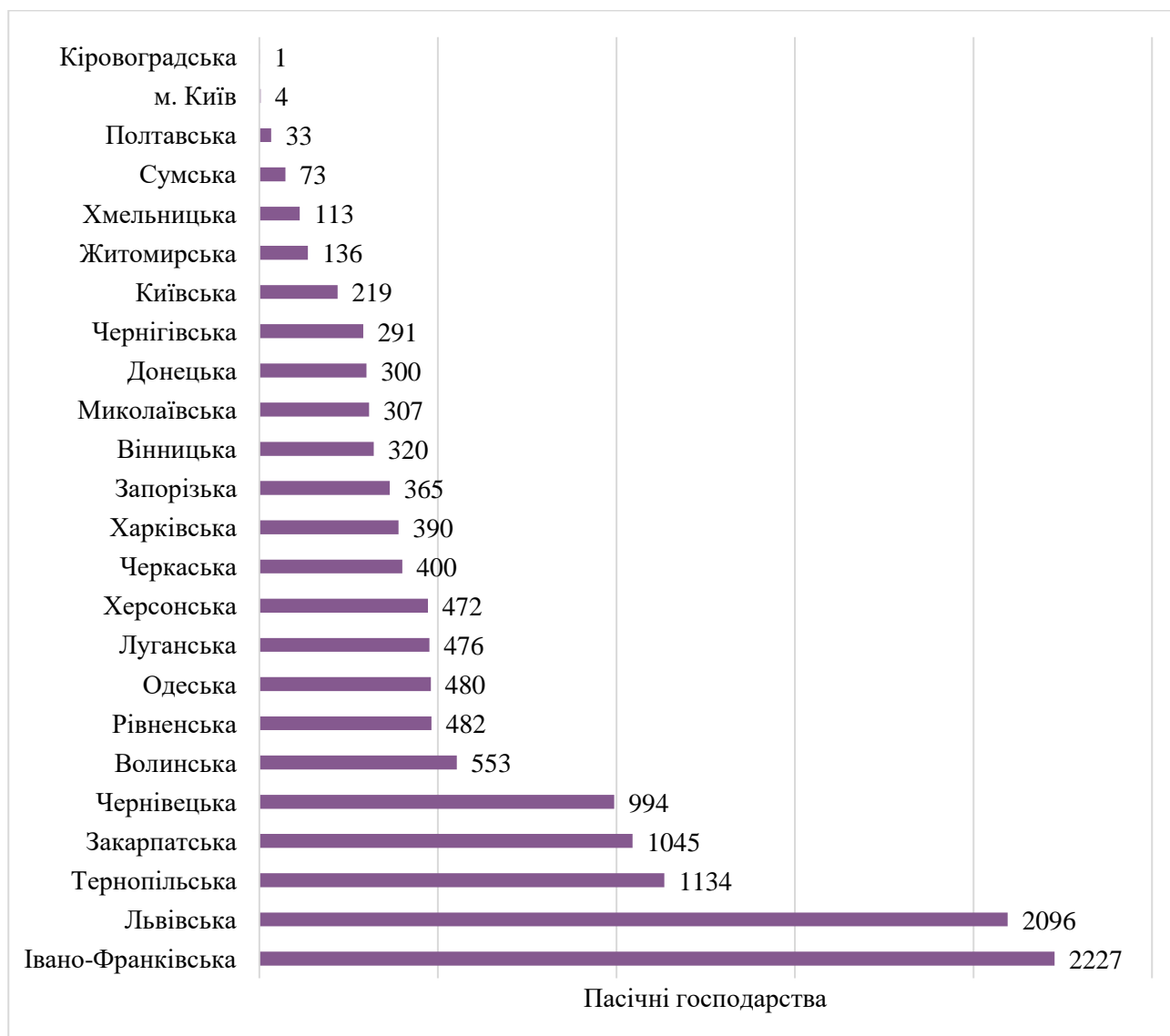


Рис. 1.13. Кількість господарств, які утримують карпатських бджіл, в розрізі областей

Не зважаючи на це, поміж усіх популяцій, що поширені в Україні, у зареєстрованих пасічних господарствах переважно розводять українських степових бджіл (рис. 1.14).

Загалом 2544 із 49089 пасічних господарств розводять заборонені в Україні популяції (карніка, італійська), «кавказьку породу» та гібрид «бакфаст». Всього 1,54% пасічних господарств декларують, що утримують гібрид «бакфаст», 3,52% – карніку, 0,06% – італійську популяцію, 0,07% – «кавказьку породу».

За результатами проведеного аналізу, слід відмітити, що Україна, введенням єдиного Реєстру паспортів пасік та обліку господарств, іде шляхом впровадження основних практик ЄС.



Рис. 1.14. Розведення популяцій та гібридів бджіл в Україні

Запровадження Реєстру паспортів пасік та обліку господарств першочергово переслідує мету щодо впровадження у галузі бджільництва прослідковуваності та доказовості виробництва продукції. Відсутність обліку зумовлює питання щодо можливості України і галузі бджільництва виробляти ту кількість продукції, котра нами експортується. Водночас наявність та відкритість Реєстру паспортів пасік дає змогу інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної влади, що розроблять та реалізують державну політику. Варто відмітити, що в Україні 41% пасічників утримують господарства до 50 бджолиних сімей, 22% до 20 і тільки 4% складають пасіки, котрі містять більше ніж 150 бджолиних сімей. Так, виробники пасічницького реманенту та товарів для обслуговування й утримання пасік можуть зорієнтуватися для якого саме формату господарств вони виробляють і хто є кінцевим споживачем. Також ця інформація може бути інтерпретована і в економічну площину, аби оцінити бюджет господарств, виходячи із обсягів виробництва продукції на одну бджолину сім'ю і купівельну спроможність пасічників. Це, так само дасть можливість оцінити можливість адаптації тих чи інших перспективних технологій у виробництво.

Органам державної влади, науковим установам та закладам освіти потрібно розробити способи збільшення кількості утримуваних бджолиних

сімей у господарствах, визначивши причини, котрі обмежують 32% пасічників утримувати більше ніж 20 бджолосімей.

Опитування пасічників може визначити причини, чому тільки 5% пасічників надали для контакту електронні адреси і чим це зумовлено та шляхи подолання цих перепон. Наявність у господарствах не районованих порід бджіл констатує факт неналежного правового-регулювання і відсутність відповідальності за недотримання чинного законодавства України з питань бджільництва. З однієї сторони, держава сприяє збереженню аборигенних популяцій через правове регулювання, а з іншої, дотує та надає підтримку господарствам, що не виконують таких приписів.

Разом з тим, 91% пасічників асоціюють себе та декларують про утримання популяцій бджіл, що визначені нормативними документами до поширення в Україні. У реєстрі також є одне господарство у Львівській області, що утримує осмії, хоча це не визначено діючим Наказом № 338.

До рекомендації подальшої роботи в цьому напрямку слід віднести необхідність забезпечення ведення Реєстру паспортів пасік у належному програмному забезпеченні для уніфікації облікової інформації. Крім цього, належне програмне забезпечення сприятиме впровадженню додаткових більш сучасних інструментів аналізу. Пропонується розглянути можливість доповнення реєстру віковими ознаками та ознаками статі задіяних людей у виробництві. Також це дасть розуміння, який відсоток молоді задіяно у галузі, що потрібно розробити для її збільшення та, які виробничі напрями мають зареєстровані господарства.

До війни Україна мала великий потенціал з виробництва меду та інших продуктів бджільництва. Зважаючи на те, що середня медопродуктивність однієї бджолиної сім'ї сягає 50 кг, то потенційна для 2 423 370 задекларованих бджолиних сімей становила – 121 168,5 т.

1.2. Напрями господарювання за регіонами України

Заняття бджільництвом в Україні відоме з часів Русі. Враховуючи дані попереднього аналізу, більшість пасік, які утримуються в Україні – невеликі та призначені для задоволення потреб власної родини. Водночас часто власники пасіки переходять на професійніший рівень утримання, особливо у сільських місцевостях, де цьому сприяють наявні кормові ресурси для бджіл. Також це сприяє підвищенню зайнятості, доходів і рівня життя населення.

Незважаючи на лідируючі позиції України поміж експортерів меду, дохід бджолярів не надто високий через несприятливу цінову політику. Насамперед це

пов'язано з реалізацією українського меду у вигляді сировини для подальшого перероблення, а не готового продукту. Зважаючи на це, урядом було передбачено дотацію на розвиток галузі та внутрішнього ринку меду, яка у 2020 році становила біля 200 грн і в 2021 році – 100 грн на одну бджолину сім'ю. Нажаль, через війну виплата дотацій була призупинена.

Бджільництво є важливою складовою економіки України, що визначає обсяги, пропозиції та вартість основних видів продовольства для населення нашої країни та інших, в які ми експортуємо. Розведення медоносних бджіл забезпечує сталий розвиток для низки галузей, зокрема, рослинництва й тваринництва. Бджоли підтримують баланс у природних біо- та агроценозах, забезпечуючи відтворення рослинності для продовольчих цілей, годівлі тварин, виробництва біопалива, використання в текстильній промисловості, фармацевтичній галузі.

Для розуміння ситуації та виробничих напрямків пасічних господарств нами було проведено опитування пасічної спільноти в жовтні 2022 року методом формування випадкової вибірки через соціальні мережі. У статистичному дослідженні взяли участь 177 респондентів з Вінницької (10,1%), Полтавської (10,1%), Львівської (8,4%), Дніпропетровської (7,9%), Черкаської (6,7%), Харківської (5,6%), Житомирської (5,1%), Сумської (5,1%), Хмельницької (4,5%), Київської (3,9%), Одеської (3,9%), Тернопільської (3,9%), Івано-Франківської (3,4%), Чернігівської (3,4%), Закарпатської, Кіровоградської (3,4%), Рівненської (2,8%), Волинської (2,2%), Запорізької (2,2%), Миколаївської (1,7%), Херсонської (1,7%), Луганської областей (1,1%) (рис. 1.15).

23,6% респондентів зазначили, що готові виїхати на медозбір чи запилення в інші області, що характеризує їхні пасіки, як мобільні (кочові).

Загалом бджільництво України розвивається у 4 виробничих напрямках або їхніх поєднань.

Медовий (медово-товарний) напрям виробництва характерний переважно для напівпромислових та промислових пасічних господарств, які використовують мобільні пасіки та мають матеріально-технічні засоби для отримання великих обсягів товарного меду. Весь виробничий цикл пов'язаний лише з виробництвом меду через підвезення до різних медоносів. Для цього напряму властива циклічність та системність виробництва, профілактичні заходи та загодівлі бджіл на зиму.

Комплексний напрям виробництва характерний переважно для невеликих пасік, які виробляють всі продукти бджільництва та надають послуги з апітерапії чи апітуризму.

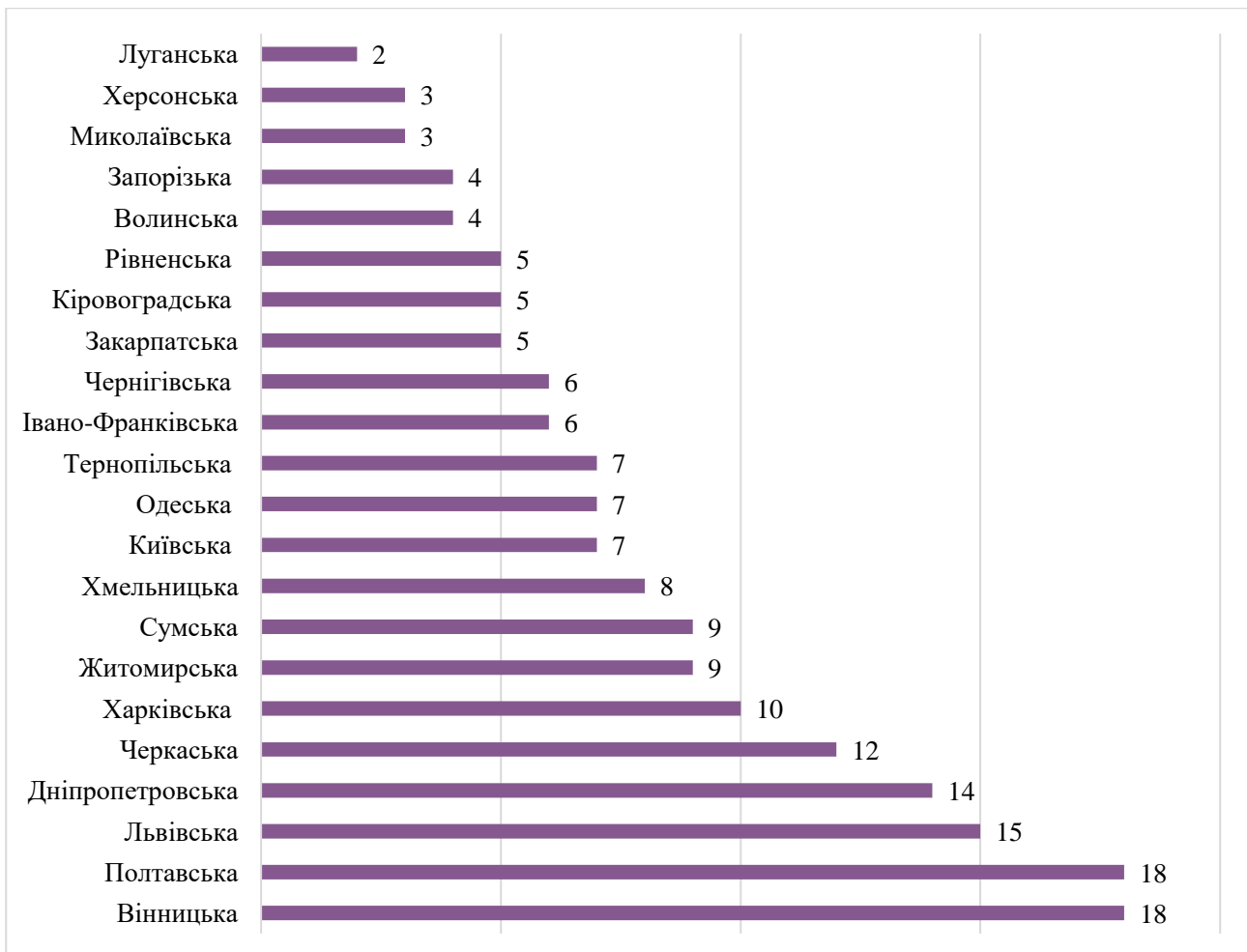


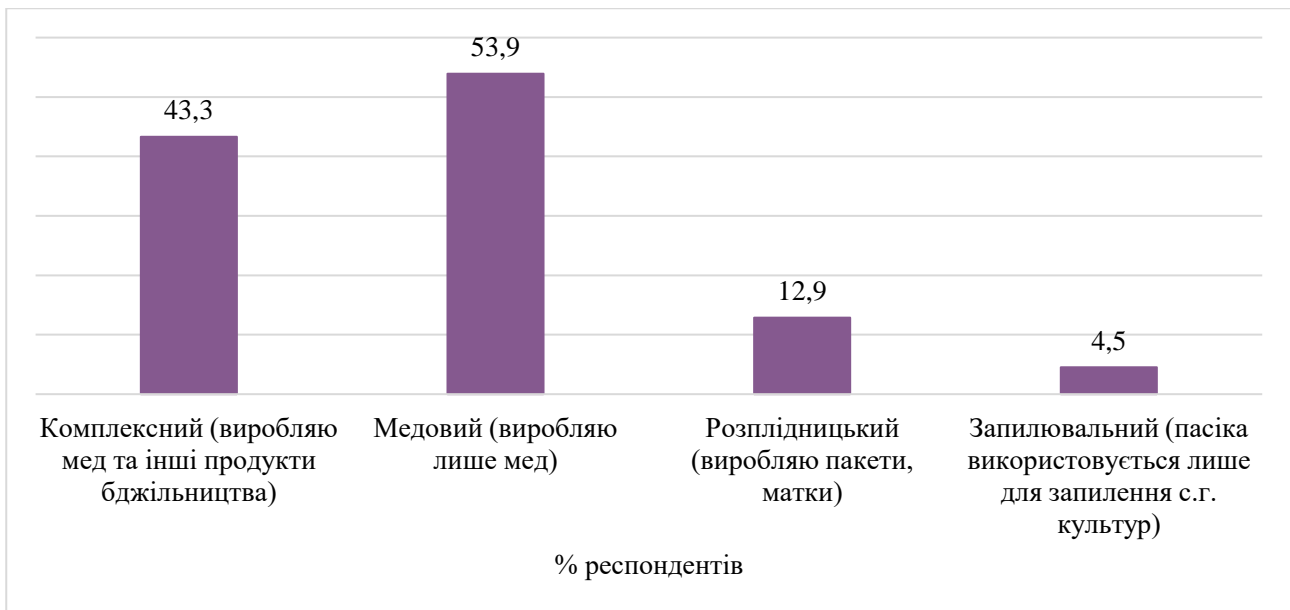
Рис. 1.15. Кількість респондентів, які взяли участь в опитуванні

Запилювальний напрям виробництва характерний для пасік, які спеціально не використовуються для отримання товарної продукції та отримують її лише через надлишки під час надання послуг бджолозапилення.

Розплідницький напрям забезпечує попередні напрями виробництва племінним та користувацьким матеріалом (бджолиними матками, пакетами) для вирішення поточних завдань.

Проведене опитування за виробничими напрямками бджільництва в Україні показує, що попри низькі закупівельні ціни, виробництво меду лідирує поміж інших видів діяльності (рис. 1.16).

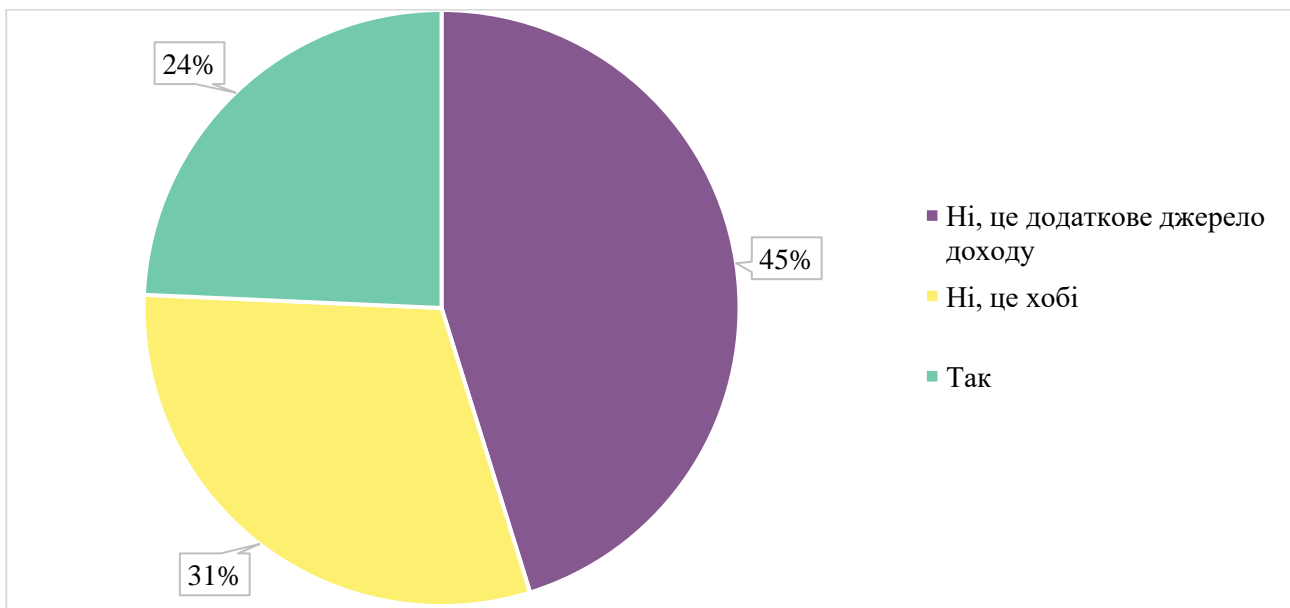
Так, 53,9% респондентів заявили, що виробляють лише мед і 43,3% – мед та іншу продукцію бджільництва. Лише 12,9% респондентів працюють у розплідницькому напрямі і 4,5% – у запилювальному.



1.16. Виробничі напрямки бджільництва України

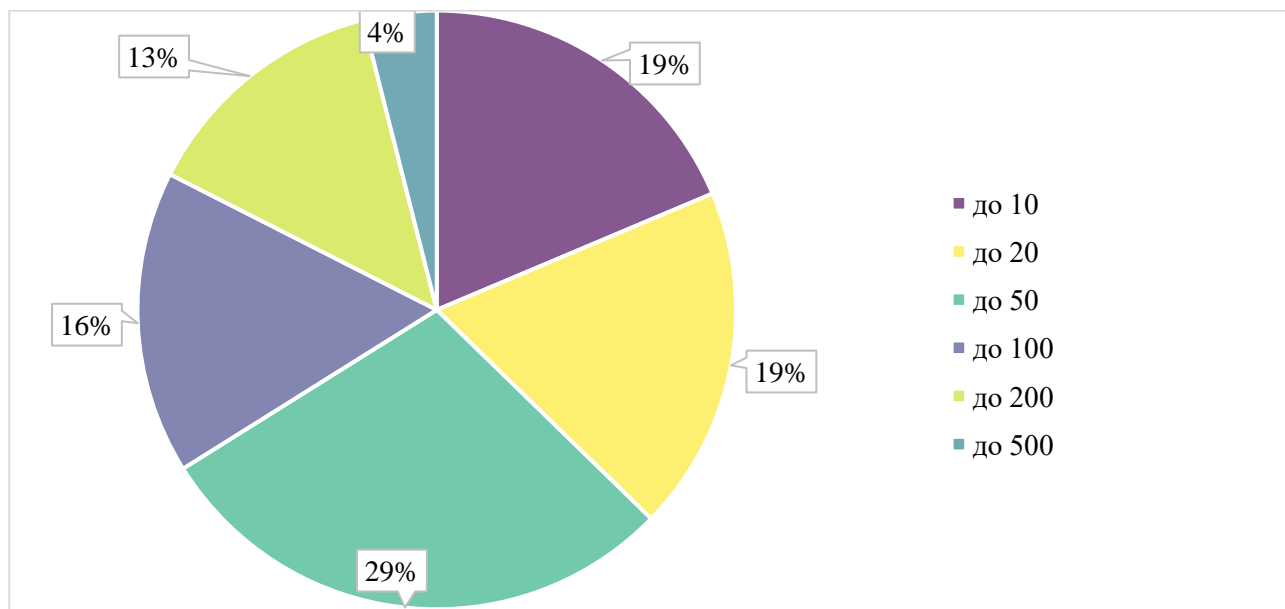
Зважаючи на те, що найчисельнішими є пасіки до 50 бджолиних сімей (рис. 1.7), було важливо встановити, чи є цей вид діяльності таким, що забезпечує дохід.

Наступне питання, на яке респонденти давали відповідь, було: «Чи є бджільництво Вашим основним джерелом доходу?» (рис. 1.17). За результатами опитування лише 24% пасічників професійно займаються діяльністю у бджільництві, що є основним їхнім доходом. Тоді, як для 31% пасічників зайняття бджільництвом є лише хобі. Найбільша частина респондентів (45%) поєднує основний вид діяльності з бджільництвом для отримання додаткового доходу.



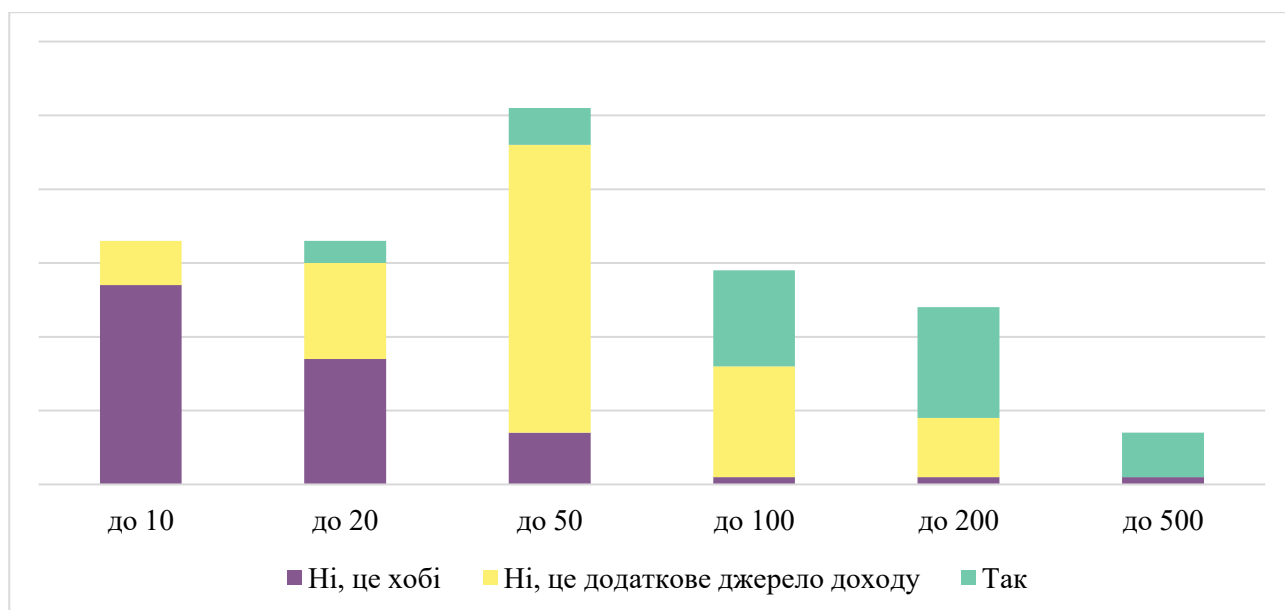
1.17. Розподіл відповідей респондентів на питання «Чи є бджільництво основним джерелом доходів?»

Кількість бджолиних сімей, які утримують респонденти, була у широких межах – від декількох до 500. Важливо відмітити, що найбільшу частку поміж опитуваних, займали власники пасік до 50 бджолиних сімей – 29% (рис.1.18). Водночас, поміж респондентів було більше власників промислових пасік (17%), у порівнянні з офіційними даними реєстру (8%) (рис. 1.7).



1.18. Розподіл пасік респондентів за чисельністю бджолиних сімей

Для розуміння чи залежить рівень доходів від кількості бджолиних сімей, було проаналізовано зв'язок між цими показниками (рис. 1.19).



1.19. Залежність показника доходів від чисельності бджолиних сімей у господарстві

Поміж респондентів, які зазначили, що зайняття бджільництвом є основним джерелом їхніх доходів, були пасічники, які утримують до 20 бджолиних сімей – 3 особи; до 50 – 5, до 100 – 13, до 200 – 15, до 500 – 6 осіб. Жодний з тих, що утримує до 10 бджолиних сімей, не визначили зайняття бджільництвом, як основний дохід.

6 респондентів, які утримують до 10 бджолиних сімей, визначили, що зайняття бджільництвом є додатковим джерелом доходу, 13 – до 20, 39 – до 50, 15 – до 100, 8 до 200 та жодний – до 500 бджолиних сімей. Поміж тих, хто займається бджільництвом, як хобі, 27 осіб утримують до 10 бджолиних сімей, 17 – до 20, 7 – до 50, по одному до 100 (комплексний напрям), до 200 (розплідницький напрям) та до 500 (запилювальний напрям) бджолиних сімей.

Через військові дії пасічники України вже не мають можливості виїжджати на медозбір у всі області. Окрім того, перебування у полях та лісах може бути небезпечним через замінування у будь-якому регіоні. Готовність бджолярів переїжджати у інші області на медозбір чи запилення показує певний рівень її безпечності та привабливості з огляду на ресурсне забезпечення (рис.1.20).

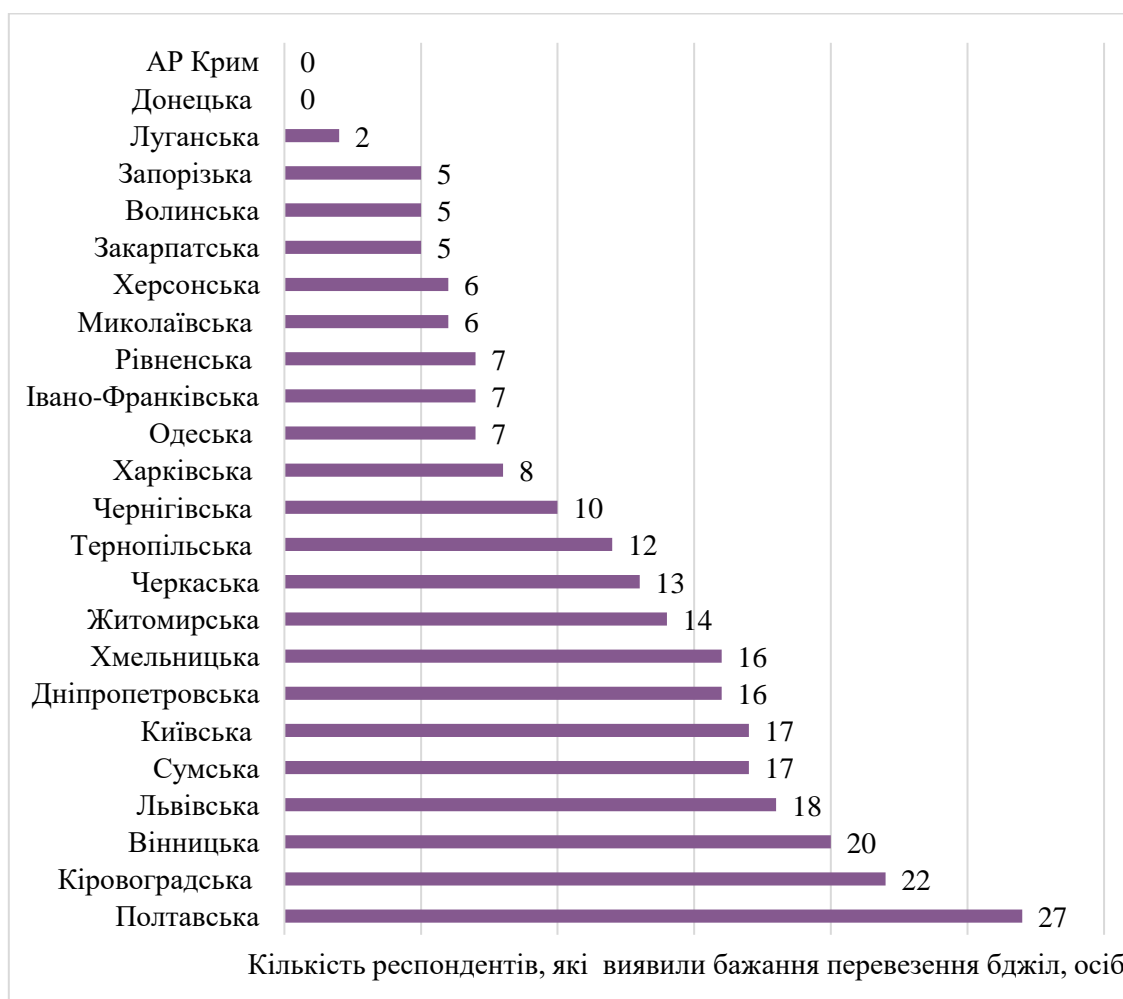


Рис. 1.20. Розподіл зацікавленості в підвезенні бджіл до масивів медоносних рослин у розрізі областей

Поміж респондентів найбільше згодні переїжджати у Полтавську область, про що повідомили 10,4%. До Кіровоградської згідні перевозити пасіки 8,5% бджолярів, Вінницької – 7,7%, Львівської – 6,9%, Сумської – 6,5%, Київської – 6,5%, Дніпропетровської – 6,2%, Хмельницької – 6,2%, Житомирської – 5,4%, Черкаської – 5,0% від усієї кількості респондентів.

Менше 5% осіб виявило бажання перевозити бджіл до Тернопільської (4,6%), Чернігівської (3,8%), Харківської (3,1%), Одеської (2,7%), Івано-Франківської (2,7%), Рівненської (2,7%), Миколаївської (2,3%), Херсонської (2,3%) областей.

Малопривабливими для бджолярів виявилися Закарпатська (1,9%), Волинська (1,9%), Запорізька (1,9%), Луганська (0,8%) області. Поза увагою залишилися Донецька область та АР Крим через тимчасову окупацію.

Поряд із класичними виробничими напрямками бджільництва все частіше з комплексного виокремлюється апітерапія, апітуризм. Окреме місце посідає й розвиток органічного бджільництва.

На думку вчених, в Україні є всі передумови для розвитку органічного бджільництва через велику кількість лісів, заказників та ріст сектору органічного землеробства (Адамчук та ін., 2021). Інші вважають (Сенчук та ін., 2020), що органічний напрям бджільництва можливий тільки за умови впровадження науково-технічного й технологічного обґрунтованого плану його розвитку. Для успішного вирішення проблеми органічного бджільництва необхідно дотримуватися суворо регламентованих умов і правил процесу виробництва продуктів бджіл. Також необхідно дотримуватися організації землеробства суб'єктами господарювання в місцях розміщення пасік і довкілля, відповідно до результату сертифікації. Зростання кількості вітчизняних сертифікуючих структур, у т. ч. й екологічного моніторингу, забезпечує формування бази даних хіміко-біологічних показників органічної продукції бджільництва, налагодить просвітницьку роботу в інформаційному просторі й збільшить поінформованість населення щодо органічної продукції.

Розвиток органічного виробництва потребує постійного удосконалення його управління та виробничої діяльності задля забезпечення конкурентоспроможності. Конкурентоспроможний розвиток сприяє зростанню позитивного економічного ефекту господарювання. Виробники органічної продукції отримують за її якість більшу частку грошових надходжень, що збільшує рівень рентабельності галузі. Потрібно удосконалити нормативно-правову базу, яка підтримувала б вітчизняних виробників органічної продукції, стимулювати розвиток органічного ринку за підтримки держави та організовувати органічне виробництво відповідно до міжнародних вимог і стандартів. Ця проблема досить

актуальна в сучасній глобальній економіці і потребує подальших глибоких досліджень. В Україні ринок органічної продукції бджільництва тільки починає формуватися, тому перспективи подальших досліджень є досить великими щодо маркетингового досвіду з виробництва та реалізації органічної продукції бджільництва, розроблення органічних технологій виробництва такої продукції бджільництва, ресурсозберігаючих технологій для виробництва екологічно чистої продукції тощо (Сенчук та ін., 2020).

Розвиток апітуризму та апітерапії на разі не має нормативного підґрунтя, тому розвивається тільки у формі приватної практики фізичних осіб. Новий законопроект, який передбачає ці напрямки, було розроблено в межах Робочої групи з розвитку бджільництва та очікує розгляду після Перемоги у російсько-українській війні.

1.3. Вплив російсько-української війни на бджільництво

З початком військової агресії російської федерації потенціал бджільництва, як всіх інших секторів агропромислового комплексу, в Україні скоротився. Через воєнні дії та окупацію територій впродовж усього аграрного сезону 2022 року, відбулися втрати в сільському господарстві, зокрема й у бджільництві. Це руйнування пасічних господарств, воскопереробних та підприємств, які забезпечували реманентом та обладнанням, зменшення ресурсів кормів та товарної продукції, економічна криза. Все це вплинуло на скорочення виробництва та сповільнення розвитку бджільництва в Україні. Водночас, незалежно від негативних прогнозів, у 2022 році українські бджоляри (ті, що не втратили пасік та могли працювати) переважно задоволені сезоном та обсягами отриманої продукції.

Ринок споживачів у 2022 році також змінився не на користь виробників продукції бджільництва. Під час економічної кризи зростає попит на товари першої необхідності. Семак та ін. (2022) вважають, що воєнні дії спричинили цілу низку негативних ефектів у діяльності гуртових та роздрібних торговельних підприємств. Так, близько 30% підприємств майже або повністю зупинили свою роботу, понад 18% населення держави (здебільшого працездатного віку) виїхало за кордон, і водночас частка громадян, які втратили роботу, зросла на 30%. Автори вважають, що через неможливість спрогнозувати напрями розвитку ринків у сучасних реаліях війни, значення маркетингових досліджень ринкової кон'юнктури та прогнозування її змін у найближчій перспективі для торговельних підприємств зростатиме, а нестабільна ситуація на національному

споживчому ринку актуалізує потребу в постійному накопиченні та аналізі якісної маркетингової інформації.

Зменшення чисельності бджолиних сімей. За повідомленнями бджолярів, війна мала вплив на зменшення бджолиних сімей прямо та опосередковано. Прямий вплив полягав у фактичному зменшенні через окупацію чи бойові дії. Люди, які виїжджали, тікаючи від війни, залишили пасіки. Бджолині сім'ї, які залишилися без догляду, можна вважати втраченими. Також спостерігали випадки руйнування пасік та пошкодження вуликів через бойові дії та вандалізм окупантів.

Опосередкований вплив війни – це неможливість ведення нормального господарювання через подорожчання матеріальних засобів, ветеринарних препаратів, обмеження кормових ресурсів (обмеження кочівель).

За неофіційними даними, до кінця пасічного сезону 2022 року відбулося зменшення чисельності бджолиних сімей на 30%.

Обмеження перевезення бджолиних сімей до масивів медоносів. Зважаючи на замінування та пошкодження шляхів міжміських сполучень, перевезення бджолиних сімей до медоносних рослин є можливим лише на західній частині України, де зосереджені господарства розплідницького та комплексного виробничих напрямків. Разом з тим, зважаючи на офіційні дані, розмінування підрозділами ДСНС території України, безпечними можна вважати лише Закарпатську, Вінницьку, Рівненську, Чернівецьку області (рис. 1.21).



Рис. 1.21. Зображення інтерактивної мапи з місцями виявлення вибухонебезпечних предметів та замінованих ділянок на офіційному сайті ДСНС (Дані станом на 06.11.2022 р. Джерело: <https://dsns.gov.ua/map-demining>)

Частина бджолярів, які мають великі промислові пасіки, все ж перевозили їх, долаючи труднощі блокпостів, комендантської години, вартості пального та заборони відвідувати ліси через замінування. Звичайно, це вплинуло на собівартість отриманої продукції.

Зменшення джерел корму та товарної продукції відбулося через руйнування природних біоценозів та пошкодження сільськогосподарських угідь. За даними інтерактивної мапи руйнувань агросектору зареєстровано 213 об'єктів на 1398,229 га площі земель сільськогосподарського призначення (рис.1.22.)

Поміж шляхів подолання кризи, забезпечення бджіл кормами за відсутності кочівлі, бджолярі обирають зменшення чисельності бджолиних сімей або відмову від товарного меду. Спостерігали випадки, коли бджолярі домовлялися із керівниками територіальних громад та розміщували вулики у селах на подвір'ях людей або на покинутих ділянках, у такий спосіб щоб рівномірно розподілити території насиченням бджіл. Через нектарно-пилкові ресурси присадибних ділянок, городів, садів, лісосмуг, бджоли могли забезпечити себе частково або повністю кормами. Однак, це не давало змогу отримати товарну продукцію. Краща ситуація була у бджолярів, стаціонарні пасіки яких були розміщені на краю села, а поряд були масиви сільськогосподарських культур чи ліси, які слугували ресурсами товарної продукції.



Рис.1.22. Зображення інтерактивної мапи руйнувань агросектору (Дані станом на 06.11.2022 р. Джерело: <https://map.agrirecovery.com.ua/#/map>)

Скорочення ресурсів товарної продукції відбулося також через зміни у структурі посівних площ основної культури для бджолярів – соняшника. Так, за повідомленнями пресслужби Міністерства аграрної політики та продовольства, в Україні, у порівнянні з показниками 2021 року, соняшником засіяли 75% від минулорічних площ. Це може вказувати на потенційне зниження (на 25%) отриманого соняшникового меду, який спрямований, в основному, на зовнішні ринки. Так, станом на 02.06.2022 року площі посівів ярих сільськогосподарських культур на контрольованій Україною території становлять 14 161,3 тис. га, що на 2 755 тис. га менше від показника минулого року (16 916,3 тис. га). З них медоносних культур: ярого ріпаку – 32,4 тис. га; гречки – 68,8 тис. га; соняшника – 4 573,8 тис. га. Зменшення площ ріпаку у порівнянні до минулого року становить – 2,4 % , гречки посіяли більше ніж на 10,5%.

Собівартість та ціна меду й іншої продукції бджільництва. Собівартість меду є складним показником, який залежить від багатьох умов. Це витрати на утримання бджолиних сімей та виробництва меду, їх розподіл відповідно до виробничого напрямку та об'єктів обліку, калькуляційних одиниць. Однак, на сьогодні, вченими-економістами доведена неефективність діючої методики розрахунку собівартості – Методичні рекомендації з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств, затверджених наказом Міністерства аграрної політики України від 18 травня 2001 року №132. Аверненко (2018) встановила, що розрахована собівартість продукції, за вказаними методичними рекомендаціями значно відрізняється від собівартості розрахованої в господарстві (за практичними даними). Розрахунки показують, що собівартість меду, розрахована за рекомендаціями зменшилась, а собівартість воску значно підвищилась і тим самим наблизилася до реалізаційної ціни. Водночас, авторка стверджує, що методика розподілу витрат за коефіцієнтами (мед – 1 ум. од., віск – 2,1 ум. од.), яка традиційно застосовувалась, також є застарілою та продиктованою номенклатурно-плановим веденням господарства. Раніше така методика була виправдана, оскільки закупівельні ціни встановлювалися державою і були досить стабільними впродовж багатьох років.

На сьогодні, собівартість рахують індивідуально для кожного пасічного господарства, враховуючи такі основні показники:

- вартість бджолиної сім'ї та матки розподіляється на витрати продукції, отриманої за термін використання матки (2–2,5 роки);
- амортизаційні витрати на обладнання та реманент;
- заробітна плата бджоляра за витратами часу;

– витрати на утримання бджолиних сімей (корми, ветеринарні препарати, вощина, кочівля та інші).

За нашими підрахунками, собівартість 1 кг меду, залежно від природо-кліматичних (погоди, нектаровиділення, термінів цвітіння) та господарських (технологія утримання, відстань перевезення, сорту меду, присутність найманих працівників) умов, у 2022 році варіювала від 50 до 100 грн/кг, не враховуючи заробітну плату самого власника пасіки.

Середньоринкова реалізаційна ціна меду в Україні станом на 1 липня 2022 р. у залишилась на рівні минулорічної, а саме за 1 кг акацієвого, гречаного 250–300 грн, липового – близько 300 грн, ріпакового – 150–200 грн, різнотравного – 100–200 грн. На нашу думку, це зумовлено зниженням платоспроможності населення та надання переваги продуктам першої необхідності (хліб, вода та подібні) за формування споживчого кошика. А також переважаючою кількістю бджолярів, що мають малочисельні стаціонарні пасіки, які не несуть витрат, пов'язаних із кочівлею, а відповідно можуть дозволити реалізацію меду за нижчими цінами.

Виробництво і споживання меду. За неофіційними даними, поміж загальної кількості бджолярів, лише 15% отримали більше товарної продукції, у порівнянні до минулого року, близько 45% – таку ж кількість, як і минулого сезону, і 40% – понесли витрати у вигляді продукції (в середньому на 30–50%) або зменшення кількості бджолосімей аж до повної їх втрати.

За даними agrorportal.ua, у 2022 році в Україні зросло споживання меду на 1 особу до понад як 1 кг, за річної норми 2,5 кг. Це ймовірно пов'язано з епідемією Ковід-19 та дефіцитом/ціною цукру.

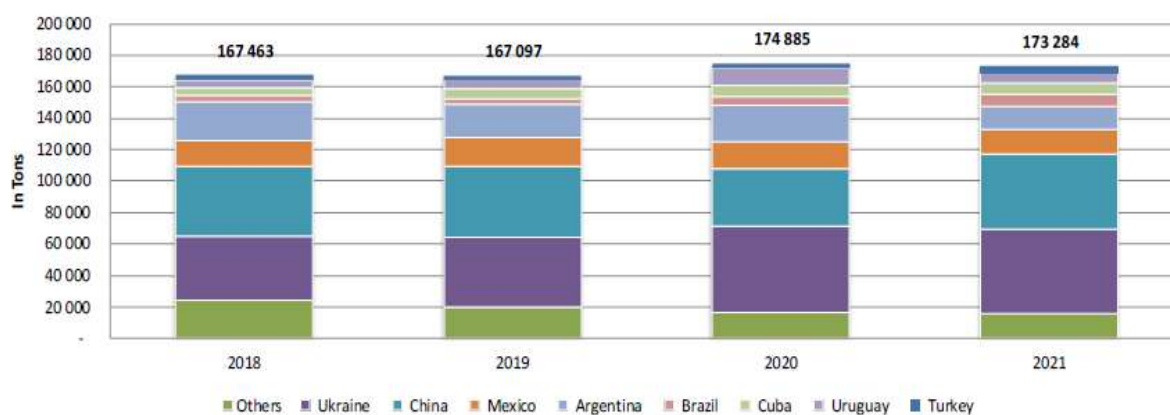
Наразі ще не має інформації щодо виробництва меду у 2022 р. У 2021 р., Україна експортувала 61,2 тис тонн меду на 144,9 млн дол. та посіла п'яте місце у світі після Китаю, Індії, Аргентини та В'єтнаму (ІТС Trade Map).

За даними, наведеними у Звіті Єврокомісії, останні роки Україна впевнено лідирує поміж імпортерів меду в країни ЄС (рис. 1.23).

Відсутність дотацій та проведення щорічних ветеринарних досліджень за рахунок держави. Згідно з офіційним роз'ясненням від Департаменту агропромислового розвитку та Постанови Кабінету Міністрів України від 10.03.2022 року №245 «Про спрямування коштів до резервного фонду державного бюджету», кошти Державного бюджету України на 2022 рік, зокрема, за програмою КПКВК 2801580 «Фінансова підтримка сільгоспвиробників», передбачені Мінагрополітики, як головному розпоряднику бюджетних коштів, були спрямовані до резервного фонду державного бюджету

зادля оперативного забезпечення потреб сектору безпеки та оборони в умовах введеного воєнного стану в Україні.

	2018 % Extra EU		2019 % Extra EU		2020 % Extra EU		2021 % Extra EU		Compared to 2020	
Ukraine	40 636	24.3%	44 523	26.6%	54 802	31.3%	53 849	31.1%	↓	-1.7%
China	44 680	26.7%	45 108	27.0%	36 790	21.0%	47 986	27.7%	↑	+30.4%
Mexico	16 309	9.7%	18 205	10.9%	17 393	9.9%	15 486	8.9%	↓	-11.0%
Argentina	24 485	14.6%	21 269	12.7%	22 816	13.0%	14 396	8.3%	↓	-36.9%
Brazil	4 201	2.5%	3 562	2.1%	6 079	3.5%	7 934	4.6%	↑	+30.5%
Cuba	4 974	3.0%	6 477	3.9%	6 993	4.0%	7 052	4.1%	↑	+0.8%
Uruguay	4 423	2.6%	5 382	3.2%	10 557	6.0%	6 481	3.7%	↓	-38.6%
Turkey	3 481	2.1%	2 977	1.8%	3 186	1.8%	4 676	2.7%	↑	+46.8%
Others	24 274	14.5%	19 594	11.7%	16 269	9.3%	15 426	8.9%	↓	-5.2%
Extra EU	167 463		167 097		174 885		173 284		↓ -0.9%	
% Change			↓ -0.2%		↑ +4.7%		↓ -0.9%			



Source : Eurostat Comext

Рис. 1.23. Походження імпортованого меду у країни ЄС, тонн

Тому, у 2022 році бджоляри не отримали дотацій від держави. Також через важку ситуацію у березні 2022 року, пов'язану із загрозою окупації центру прийняття державних рішень та важкої ситуації на фронті, частина служб ДПСС України не працювали, а відповідно – не надавала послуги щодо ветеринарного обслуговування бджолиних сімей та оновлення даних у реєстрі пасік.

Уповільнення роботи Робочої групи з розвитку бджільництва при Мінагрополітики. Через війну засідання Робочої групи проводяться малоефективно або скасовуються. Призупинено прийняття нового Законопроекту «Про бджільництво» (у двох версіях) та розгляд інших нормативно-правових актів.

Забруднення довкілля. Відомо (Андрошулік та Ковальчук, 2021; Lavrenko та ін., 2022), що бджоли є індикаторами навколишнього середовища. Продукція бджільництва, отримана на забруднених територіях, відображає склад та концентрацію контамінантів. Окрім того, контамінуючі елементи (зокрема важкі метали) можуть накопичуватися і в тілі бджіл (Ковальчук та ін., 2021). Програми моніторингу довкілля ініціюються багатьма державними програмами та

міжнародними фондами. Зокрема, НААН України спільно з ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича» реалізують проєкт з моніторингу забруднення продукції бджільництва через військові дії.

Згідно з попередніми висновками попереднього моніторингу екологічної ситуації в Україні та аналізу впливу бойових дій Програми ООН з довкілля (UNEP) разом з партнерськими організаціями, вставили високий ризик екологічної небезпеки для навколишнього середовища. UNEP планується провести повний спектр досліджень для можливості надання адекватної оцінки наслідків воєнних дій. Наразі виявлено та зафіксовано тисячі випадки забруднення повітря, води, землі та деградації екосистем, що є загрозою не тільки для України, але й для сусідніх країн. Наразі відслідкувати вплив бойових дій та інших загроз можливо на інтерактивній мапі у системі Ecodozor за підтримки Zoї Environment Network (Швейцарія), Координатора проєктів ОБСЄ в Україні та Програми ООН з навколишнього середовища (рис. 1.24).

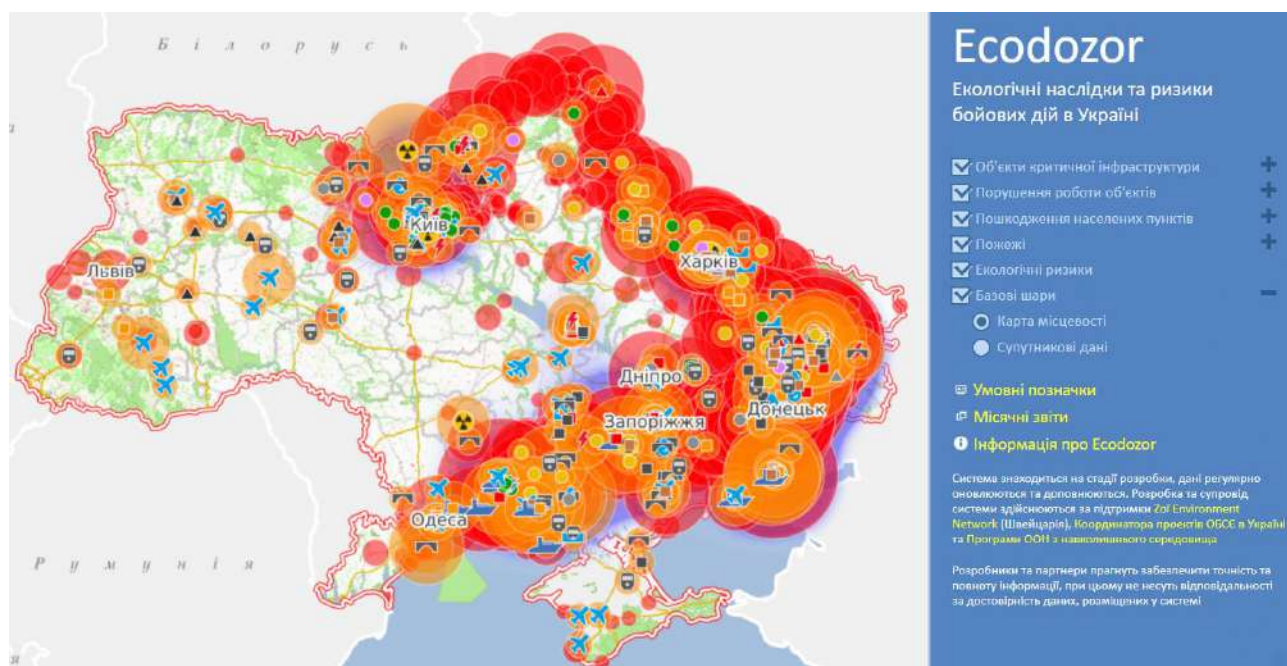


Рис. 1.24. Зображення інтерактивної мапи екологічних наслідків та ризиків бойових дій в Україні (Дані станом на 06.11.2022 р. Джерело: <https://ecodozor.org/>)

За даними UNEP, через воєнні дії постраждало більшість регіонів країни. Спектр руйнувань досить широкий: сталися інциденти на атомних електростанціях та об'єктах, в енергетичній інфраструктурі, включно з танкерами-сховищами нафти, нафтопереробними заводами, буровими платформами та газовими об'єктами, розподільними трубопроводами, шахтами, промисловими об'єктами та підприємствами з переробки сільськогосподарської

продукції (за матеріалами сайту «ZN.UA»). Через це значно підвищується рівень забруднення повітря, ґрунтових та поверхневих вод, а відповідно, і в системах «ґрунт – рослина – нектар – мед» та «повітря – екзоскелет бджоли – гніздо – продукти бджільництва». На думку Ковальчук та Федорук (2008), наукові підходи щодо інтенсивності надходження та вмісту токсичних речовин у продукцію бджільництва є неоднозначними та суперечливими. Частина авторів стверджують, що концентрація окремих важких металів у меду є низькою, протилежної думки дотримуються інші дослідники. Тому проведення досліджень щодо відпрацювання нових методологічних підходів для ідентифікації компонентів забруднення довкілля, зокрема, апімоніторингу токсикантів є актуальними та потребують розвитку наукової думки.

РОЗДІЛ 2

БДЖОЛОЗАПИЛЕННЯ

2.1. Забезпеченість бджолозапилення в Україні

Згідно з літературними даними, з 1987 по 2016 р. збільшилась кількість загроз для популяцій медоносної бджоли. Якщо раніше головною причиною загибелі бджолиних сімей був варооз, то наразі їх ціла низка – зміна клімату, інтенсифікація сільського господарства, знищення місць існування, інвазійні види тощо. Це призводить до більш стрімкого зменшення чисельності бджолиних сімей у світі (Decourtye et al., 2019). Зокрема, в Україні з 1992 по 2017 р. кількість бджолиних сімей популяції бджоли медоносної зменшилася з 3525,7 до 2487,1 тис., тобто в 1,4 раза (Lisohurska et al., 2020).

Медоносні бджоли та інші запилювачі є важливою умовою збереження біорізноманіття, адже завдяки запиленню збільшується кількість і якість плодів та насіння, підвищується схожість насіння (Ahmad et al., 2021). Зниження їхньої кількості є серйозною проблемою для майбутньої продовольчої безпеки та екологічної стійкості, що має важливі наслідки для управління землекористуванням (Maderson & Wynne-Jones, 2016). Комахи-запилювачі є дуже важливими в цілому для існування екосистем. Ентомофільними є приблизно 85% усіх рослин, анемофільними і аквафільними – 10%, а самозапильними – лише 5% (Fattorini & Glover, 2020). Майже 75% основних видів сільськогосподарських культур залежить від запилювачів – бджоли медоносної та інших видів диких бджіл (Garibaldi et al., 2013).

В Україні основними сільськогосподарськими культурами, які залежать від запилення саме бджоли медоносної, є соняшник, ріпак та гречка. Досліджено, що 85,2% усіх запилювачів соняшника припадає на бджолу медоносну, 7,8 – на інших диких бджіл та 7,0% – на інших комах (Lajos et al., 2021). Запилення бджолами підвищує врожайність ріпаку та соняшнику. Це відбувається завдяки збільшенню кількості насіння та їхньої маси (Abbasi et al., 2021; Aebi et al., 2012; Fuzaro et al., 2018). Однак підвищення продуктивності відбувається лише тоді, коли дотримані науково обґрунтовані нормативи кількості бджолиних сімей на 1 га посівів цих культур (Abbasi et al., 2021).

Вчені, які за даними ФАО проаналізували посівні площі та урожайність 87 найважливіших сільськогосподарських культур світу в 1961–2006 р., зробили висновок, що дефіцит запилювачів підвищить попит на сільськогосподарські землі. Особливо це буде відчутно у країнах, які розвиваються. Цей зростаючий тиск на пропозицію сільськогосподарської землі може суттєво вплинути на

погіршення глобальних екологічних змін. За їхніми прогнозами, відсутність запилення призведе до скорочення сільськогосподарського виробництва на 3–8% (Aizen et al., 2009). Тому необхідно здійснювати екологічну інтенсифікацію систем землеробства задля відновлення чисельності бджоли медоносної та диких запилювачів (Decourtye et al., 2019). Також необхідно розробляти такі технології підвищення продуктивності у рослинництві, які б сприяли збереженню запилювачів (Maderson & Wynne-Jones, 2016).

Через зменшення чисельності бджолиних сімей потреба у керованому запиленні в світі є гострою, особливо в США та ЄС, де переважає монокультура. У США, де історія використання бджолозапилення розпочалася ще у 1909 р., визнають його переваги та широко використовують (Morse & Calderone, 2020). Надання та отримання таких послуг в Україні бажає бути кращим (Адамчук, 2020). Такий стан справ зумовлений двома причинами. Перша – це некомпетентність аграріїв щодо ролі бджолозапилення у формуванні врожайності сільськогосподарських культур. Друга – відсутність таких наукових досліджень проведених в Україні, які могли б стати вагомим аргументом для фермерів. Тому ми поставили перед собою мету дослідити забезпеченість бджолозапилення основних сільськогосподарських ентомофільних культур в Україні та науково обґрунтувати необхідність його використання.

За останні тридцять років в Україні значно змінилась структура посівних площ, зокрема, основних сільськогосподарських ентомофільних культур (рис. 2.1).

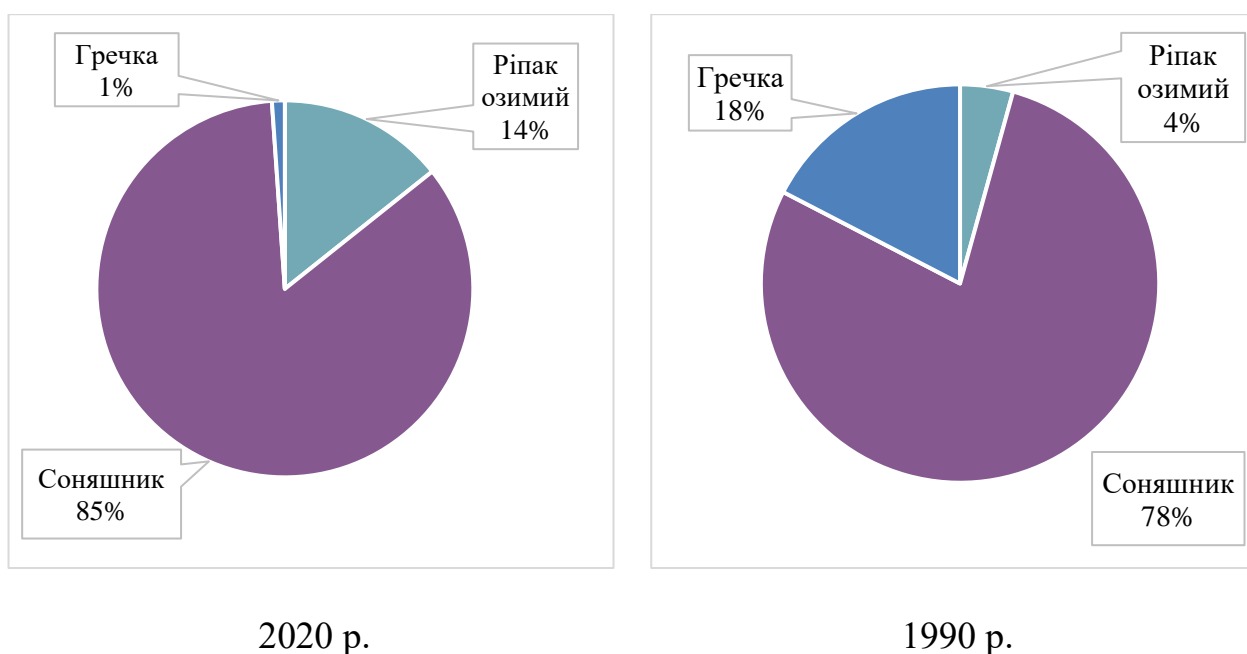


Рис. 2.1. Структура посівних площ основних сільськогосподарських ентомофільних культур в Україні (за даними Держстат України)

Наразі соняшник у структурі основних ентомофільних культур становить 85,5%, ріпак – 42,7, гречка – 1,7%. Гречки в Україні сіють у 78 разів менше, ніж соняшнику та у 13 – ніж ріпаку. Тридцять років тому різниця між гречкою і соняшником становила 4,5 рази, а ріпаку сіяли у 4 рази менше, ніж гречки.

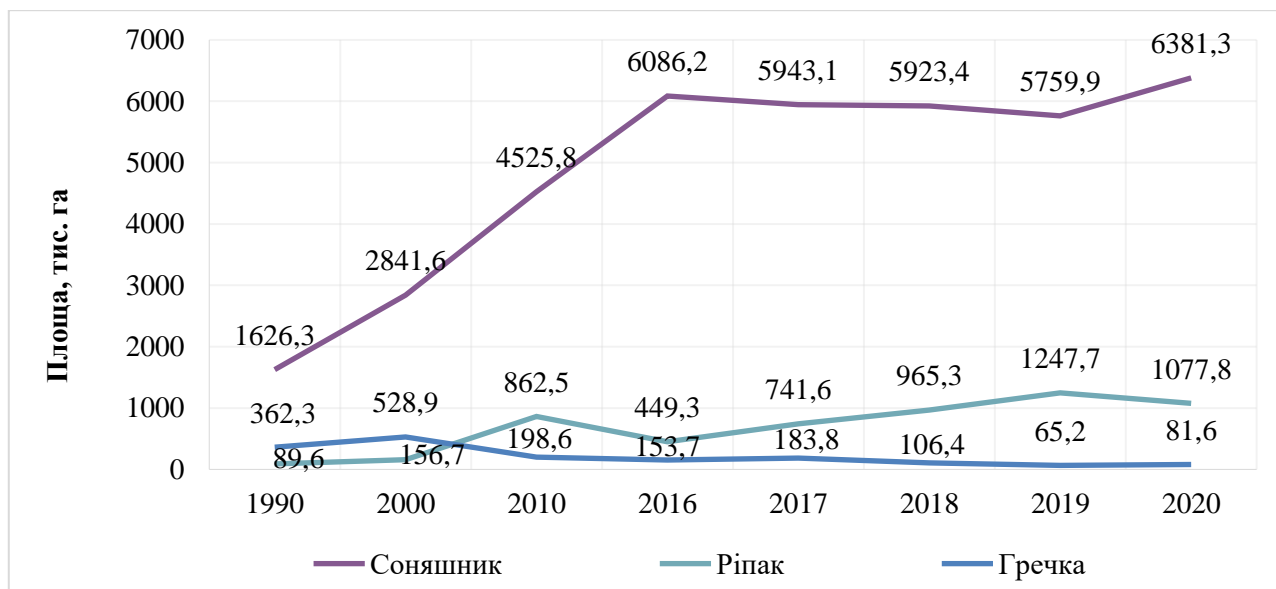


Рис. 2.2. Динаміка посівних площ основних сільськогосподарських ентомофільних культур в Україні (за даними Держстат України)

За цей час посіви ріпаку зросли у 12 разів, а соняшнику – в 4 (рис. 2.2). Натомість посіви гречки зменшилися в 4 рази. За десять років (1990–2000 р.) посіви соняшнику зросли в 2 рази, наступні десять років – у 3, а через тридцять років – у 4. Ще стрімкіший ріст відбувався в посівів ріпаку. За перші десять років, які досліджувались, площа цієї культури зростає у 2 рази, а наступні десять років – у 10 разів і наразі різниця становить 12 разів.

Динаміка чисельності бджолиних сімей в Україні за останні тридцять років прямо протилежна. З 1992 по 2000 р. кількість бджолиних сімей зменшилась у 1,2 рази (рис. 2.3). У наступному десятилітті спостерігалось незначне збільшення сімей, зокрема на 294 тис. Але їхня кількість не досягла попереднього рівня. Починаючи з 2010 р., знову відбувся спад і до 2020 р. чисельність бджолиних сімей вже була у 1,3 рази меншою, ніж у 1992 р. Впродовж останніх трьох років кількість бджолиних сімей в Україні залишається майже стабільною – більше ніж 2,6 млн.

Аналіз забезпеченості бджолозапилення основних сільськогосподарських ентомофільних культур в Україні показує, що на 1 га гречки припадає 13,5 бджолиних сімей, ріпаку – 3,4, соняшнику – 0,4 (табл. 2.1).

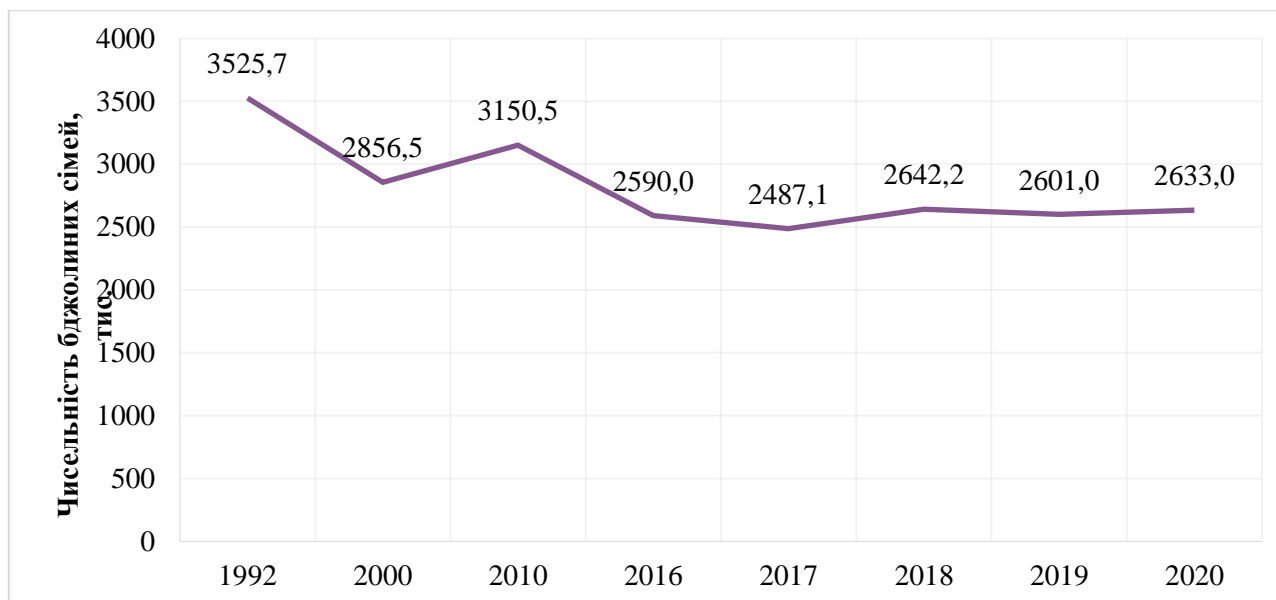


Рис. 2.3. Динаміка чисельності бджолиних сімей в Україні (за даними Держстат України)

Згідно з літературними даними (Поліщук, 2001), для повноцінного взятку і запилення ці показники мають становити для гречки 2,5, для ріпаку – 2, для соняшнику – 0,5–1. Це свідчить про те, що наявним бджолиним сім'ям критично не вистачає нектару з гречки для повноцінного взятку, а для повноцінного запилення соняшнику – не вистачає бджолиних сімей. Кількість бджолиних сімей на 1 га посівів гречки залежно від регіону коливається в межах 3,2–171,3.

Таблиця 2.1. Забезпеченість бджолозапилення основних сільськогосподарських ентомофільних культур в Україні, бджолиних сімей/га

Регіон	Ентомофільна культура		
	гречка	ріпак	соняшник
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Вінницька	15,6	3,2	0,7
Волинська	7,1	0,9	1,5
Дніпропетровська	33,7	2,5	0,2
Донецька	23,8	10,9	0,4
Житомирська	10,1	9,8	2,0
Закарпатська	171,3	85,6	22,8
Запорізька	87,3	4,6	0,2
Івано-Франківська	46,5	5,5	4,5
Київська	4,0	1,8	0,3
Кіровоградська	27,8	3,3	0,2
Луганська	27,3	9,1	0,1
Львівська	7,2	1,3	1,9
Миколаївська	44,1	5,7	0,3
Одеська	79,4	0,9	0,2

Продовження таблиці 2.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Полтавська	22,1	16	0,5
Рівненська	10,5	2,6	1,9
Сумська	5,5	9,6	0,6
Тернопільська	5,1	1,2	0,7
Харківська	6,0	6,9	0,3
Херсонська	56,6	0,9	0,1
Хмельницька	10,0	3,5	1,2
Черкаська	29,0	3,9	0,5
Чернівецька	70,2	8,9	4,9
Чернігівська	3,2	1,8	0,3
Україна	13,5	3,4	0,4

Хоча в середньому в Україні вистачає бджолиних сімей для запилення ріпаку озимого, але оскільки їхній розподіл нерівномірний, то у деяких областях їх не вистачає, зокрема, у Волинській, Чернігівській, Одеській, Херсонській, Тернопільській, Львівській, Київській. Тут на 1 га цієї культури припадає від 0,9 до 1,8 бджолиних сімей. Найбільш критична ситуація в Україні із запиленням соняшнику, особливо у одинадцяти областях (Луганська, Херсонська, Дніпропетровська, Запорізька, Кіровоградська, Одеська, Київська, Миколаївська, Харківська, Чернігівська та Донецька), у яких на 1 га посівів цієї культури припадає від 0,1 до 0,4 бджолині сім'ї. На Полтавщині та Черкащині цей показник на рівні нижньої межі (0,5), у решти регіонів коливається в межах 0,6–22,8.

На нашу думку, така ситуація поряд з іншими чинниками негативно позначається на урожайності соняшнику та ріпаку в Україні. Нами помічена така тенденція, що високі врожаї цих культур отримують аграрії тих областей, в яких вони повноцінно забезпечені бджолиними сім'ями для запилення. Поміж аутсайдерів ті регіони, у яких їх критично не вистачає. В Україні, згідно з даними Держстату, середня урожайність соняшнику за останні п'ять років становила 22,5 ц/га, ріпаку – 26,2, за максимально можливої 33 та 33,3 відповідно (табл. 2.2). Водночас наша країна у числі світових лідерів-експортерів олійних культур, тому що збільшує площі посівів цих культур для того, щоб забезпечити високий рівень їхнього виробництва. Це призводить до порушення сівозміни і, як наслідок, виснаження ґрунтів та зниження їхньої родючості. За такого екстенсивного методу, на думку фахівців (Коваленко, 2012), не можна надалі розраховувати на підвищення урожайності, адже родючість ґрунту щороку вичерпується. Цього можна уникнути лише під час застосування наукового обґрунтованих сучасних технологій вирощування. Оскільки у деяких областях

України максимальна урожайність соняшнику становить не менше 31 кг/га, а ріпаку – 32, то резерви для її збільшення є. Одним із агротехнічних прийомів, який може це забезпечити – бджолозапилення.

Таблиця 2.2. Урожайність соняшнику та ріпаку в Україні, ц/га

Рік	Соняшник		Ріпак	
	середня	максимальна	середня	максимальна
2016	22,9	32,1	26,2	32,0
2017	20,7	31,0	28,5	36,4
2018	23,4	32,1	27,0	32,6
2019	25,9	37,6	25,9	32,8
2020	19,8	32,4	23,5	32,7
У середньому	22,5	33,0	26,2	33,3

Застосування керованого бджолозапилення, на відміну від екстенсивного методу виробництва, дасть змогу уникнути нераціонального використання ґрунту, як одного з найважливіших природних ресурсів України. Це забезпечить економічне зростання, а також сприятиме реалізації Закону України «Про Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року».

За останні тридцять років в Україні площі посіву гречки зменшились у 4 рази, а ріпаку і соняшнику зросли у 12 та 4 рази відповідно. Чисельність бджолиних сімей за цей час зменшилася в 1,4 рази. Аналіз забезпеченості бджолозапилення показує, що на 1 га гречки припадає 13,5 бджолиних сімей, ріпаку – 3,4, соняшнику – 0,4. Наявним бджолиним сім'ям критично не вистачає нектару з гречки для повноцінного взятку, а для повноцінного запилення соняшнику – не вистачає бджолиних сімей. У середньому в країні достатньо бджолиних сімей для запилення ріпаку озимого, але оскільки їхній розподіл нерівномірний, то у деяких областях (Волинській, Чернігівській, Одеській, Херсонській, Тернопільській, Львівській, Київській) їх не вистачає (0,9–1,8 на 1 га). Найбільш критична ситуація в Україні із запиленням соняшнику, особливо у одинадцяти областях (Луганська, Херсонська, Дніпропетровська, Запорізька, Кіровоградська, Одеська, Київська, Миколаївська, Харківська, Чернігівська та Донецька), у яких на 1 га посівів цієї культури припадає від 0,1 до 0,4 бджолині сім'ї. Недостатня забезпеченість бджолозапилення ріпаку та соняшнику в Україні може бути однією з причин низької врожайності цих культур. Тому застосування керованого бджолозапилення, на відміну від екстенсивного методу виробництва, дасть змогу уникнути нераціонального використання ґрунту, як одного з найважливіших природних ресурсів нашої країни. Це сприятиме реалізації державної екологічної політики та забезпечить економічне зростання.

2.2. Практичний досвід запилення ягідних культур

Підрозділ містить короткі дані та практичний досвід, отриманий під час впровадження та розвитку ринку керованого бджолозапилення.

Поєднання бджолозапилення суниці садової з внесенням фунгіциду. Метою роботи було дослідження ефективності використання бджіл для оброблення рослин фунгіцидом під час запилення суниці садової. Робота велася впродовж липня-серпня 2021 р. на полях ремонтантної суниці ТОВ «Агровесна» в рамках проєкту «Розвиток ринку керованого бджолозапилення в Україні», що підтримується програмою USAID з аграрного і сільського розвитку (Агро).

Медоносна бджола за один виліт відвідує 100 квіток, за добу одна бджолина сім'я забезпечує понад 50 тисяч вильотів бджіл. У такий спосіб одна бджолина сім'я може обслуговувати за добу понад 5 млн. квіток. Норма на кероване бджолозапилення 1 га суниці садової – 8 бджолиних сімей, тому за добу бджоли такої кількості сімей можуть обслуговувати 40 млн квіток на 1 га суниці. Водночас кількість квіток на 1 га ремонтантної суниці за весь період цвітіння становить лише 1,5 млн. Такі співвідношення забезпечують багаторазове перехресне запилення, що і гарантує високу якість бджолозапилення. Якість запилення також залежить від вдалого розміщення бджолиних сімей, коли траси льоту бджіл покривають всю запилювальну ділянку культури. Окрім запилення, медоносні бджоли можуть розносити порошкоподібні засоби захисту рослин. Для цього використовують спеціальні девайси, які розділяють бджіл на тих, які вилітають з вулика і повертаються до нього. Принцип роботи девайсу полягає у тому, що на виході з вулика бджоли проходять через лоток з препаратом, який прилипає на волосинки екзоскелету бджіл у мікродозах.

У дослідженнях випробовували препарат Престоп™, який є біологічним фунгіцидом. Раніше ми експериментально визначили, що за добу одна бджолина сім'я силою 6 стільників може рознести не більше 1 г фунгіциду. У продовження експерименту, ми удосконалили існуючий девайс та обладнали ним 8 експериментальних вуликів на запиленні 1 га ремонтантної суниці впродовж 10 днів (рис. 2.4, 2.5).

Внаслідок керованого бджолозапилення маса однієї ягоди у середньому збільшувалася від 2 до 8 г. На 25% збільшилася урожайності ділянки (за загальною масою ягід), на якій застосовували бджолозапилення, у порівнянні до минулого року становить 25%, що у грошовому еквіваленті становить \$ 5598. Через застосування керованого бджолозапилення та рознесення бджолами фунгіциду на 58 % зменшилася кількість дрібних, неправильної форми, однобоких, уражених захворюваннями ягід (n=500).



1



2



3



4

Рис. 2.4. Організація рознесення біологічного фунгіциду за допомогою медоносних бджіл (1 – розмежування льоту бджіл за допомогою прильоткового пристрою; 2 – монтування пристрою; 3 – розміщення бджолиних сімей на дослідному полі; 4 – органічний фунгіцид на лотку пристрою)

Витрати на внесення фунгіциду, у порівнянні з класичним механізованим способом, знижуються на \$ 126,8 на один га суниці садової.

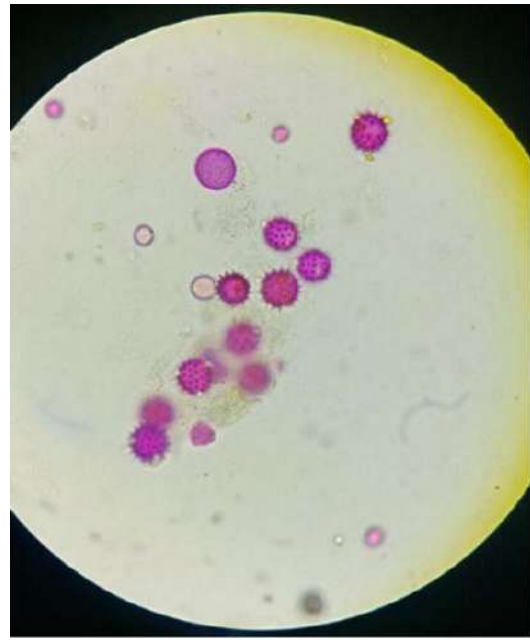


Рис. 2.5. Результати використання бджіл під час поєднання керованого бджолозапилення та внесення біологічного фунгіциду (1 – аналізування травної системи бджіл; 2 – мікроскопія меду; 3 – плоди суніці внаслідок поєднання керованого бджолозапилення та внесення біологічного фунгіциду бджолами)

Задля визначення безпечності використання бджіл для рознесення біологічного фунгіциду також досліджували бджіл та мед із сімей, задіяних в експерименті. Препарували бджіл-збиральниць та досліджували травну систему на залишки фунгіцидів. Методом мікроскопії досліджували мед з піддослідних сімей на наявність залишків фунгіцидів. В обох випадках отримали позитивні результати.

Впровадження керованого бджолозапилення актинідії в Україні. Actinidia arguta є інтродукованою для України рослиною. Для одержання плодів *Actinidia* в промислових обсягах її вирощують на півдні України. *Actinidia* – це дводомна ліана, для якої дуже важливе перехресне запилення. Для отримання плодів на 10–15 жіночих ліан потрібна одна чоловіча та ефективно кероване

запилення. Метою досліджень було вперше впровадити кероване бджолозапилення актинідії в Україні. Дослідження проводили в умовах ТОВ «Чорноморський Альянс» в Одеській області, Україна. *Actinidia* росла на 22 га під захисними сітками від несприятливих погодних умов. У дослідженні використовували 80 бджолиних сімей (рис. 2.6, 2.7).

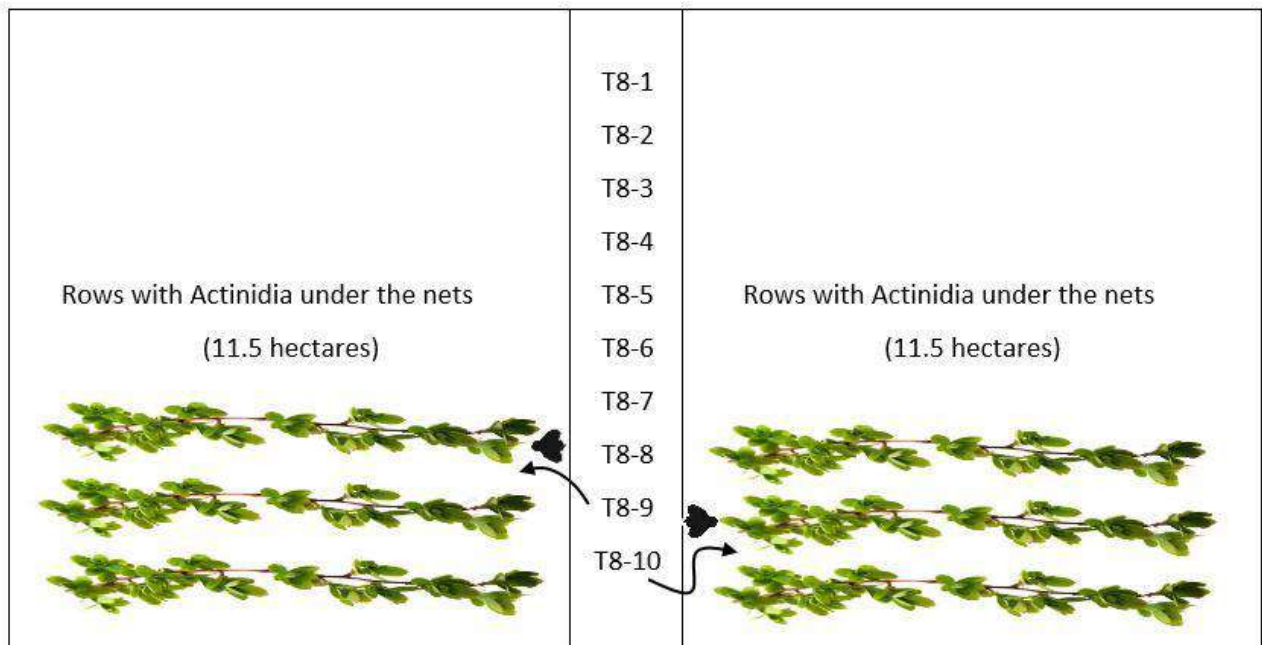


Рис. 2.6. Схема розміщення запилювальних точок на масиві актинідії (T8-1...T8-10 – десять запилювальних точок по 8 бджолиних сімей му проході навпроти рядів з чоловічими ліанами актинідії)



Рис. 2.7. Процес надання послуги керованого бджолозапилення на масивах актинідії в умовах використання захисних сіток, Одещина

Результатами проведеної роботи було:

- розроблено договір на надання послуг керованого бджолозапилення між пасічником та фермером (із врахуванням кліматичних та господарських потреб), який відповідає чинному законодавству України;
- здійснено підбір технології використання бджіл в умовах застосування захисних сіток зі створенням трас льоту бджіл вздовж рядів *Actinidia*;
- розроблено схему розміщення бджолиних сімей для ефективного запилення;
- розроблено циклограму застосування підгодівель та дресирування бджіл для стимулювання льотної діяльності;
- здійснено супровід надання послуг керованого бджолозапилення;
- проведено облік урожайності *Actinidia* з використанням керованого бджолозапилення;
- зафіксовано покращення товарної якості ягід з використанням керованого бджолозапилення.

Отже, кероване бджолозапилення *Actinidia* було вперше впроваджено в Україні у 2021 році в рамках проєкту «Development of the market of controlled bee pollination in Ukraine», що підтримувався Програмою USAID's Agriculture Growing Rural Opportunities Activity (AGRO).

Якість ягід актинідії після керованого бджолозапилення Actinidia arguta. Метою цього етапу досліджень було визначити вплив керованого бджолозапилення на якість ягід *Actinidia*. Збір урожаю відбувався у вересні-жовтні в умовах ТОВ «Чорноморський Альянс» (Одеська область, Україна). Дослідження якості ягід проводили в лабораторії факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК Національного університету біоресурсів та природокористування.

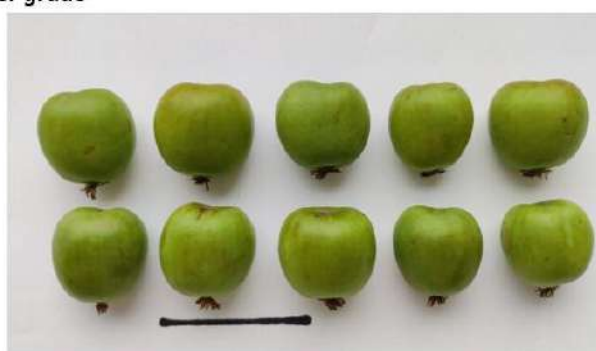
Встановили, що урожайність актинідії внаслідок використання керованого бджолозапилення становила біля 8 т/га загальної маси плодів, або 184 т з усієї площі. Під час збору урожаю було зафіксовано різницю між якістю ягід у місцях наближених до вуликів (ділянка 1) та віддалених ділянок від бджіл (ділянка 2).

Для оцінювання якості ягід було проведено їхнє порівняння за низкою показників, а саме – сортність, наявність дефектів, маса, розмір, зрілість та органолептичні показники. Середня вибірка становила 268 плодів з кожної ділянки (рис. 2.8; 2,9).

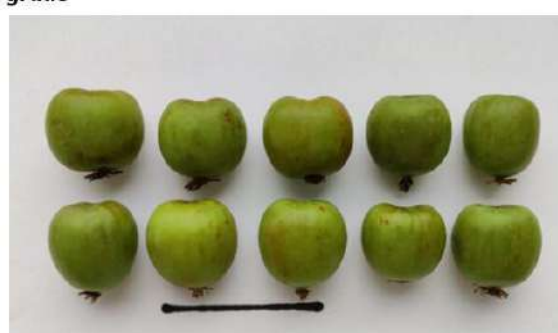
Open pollination (№2)

Controlled bee pollination (№1)

Higher grade



1st grade



Technical grade



Рис. 2.8. Дослідження плодів актинідії за розміром, формою та наявністю дефектів на приналежність до ґатунків якості (фото плодів зліва – отримано з ділянок 2 з відкритим доступом для диких запилювачів та віддалених від запилювальних точок з медоносними бджолами; фото плодів справа – отримано з ділянок 1 у місцях наближених до вуликів)

Встановили, що кероване бджолозапилення має загальний позитивний вплив на збільшення урожайності актинідії та поліпшення якості ягід.

Основні результати керованого бджолозапилення такі:

- підвищує технічну придатність (сортність) плодів на 13% та зменшує кількість ягід технічного сорту на 7%, що дає змогу збільшити прибуток на 24,22 тис. грн з кожної тонни врожаю;

- зменшує кількість зовнішніх дефектів ягід на 16% для вищого сорту та 34% – для першого сорту;
- зменшує кількість внутрішніх дефектів ягід на 100% для вищого сорту та 20% – для першого сорту;
- поліпшує органолептичні властивості ягід на 33% для вищого сорту та 13% – для першого сорту;
- збільшує масу кондиційних ягід вищого сорту на 23,39%;
- збільшує розмір та округлість форми ягід, у середньому поперечний розмір плода збільшується на 0,24 мм, поздовжній – на 0,53 мм.

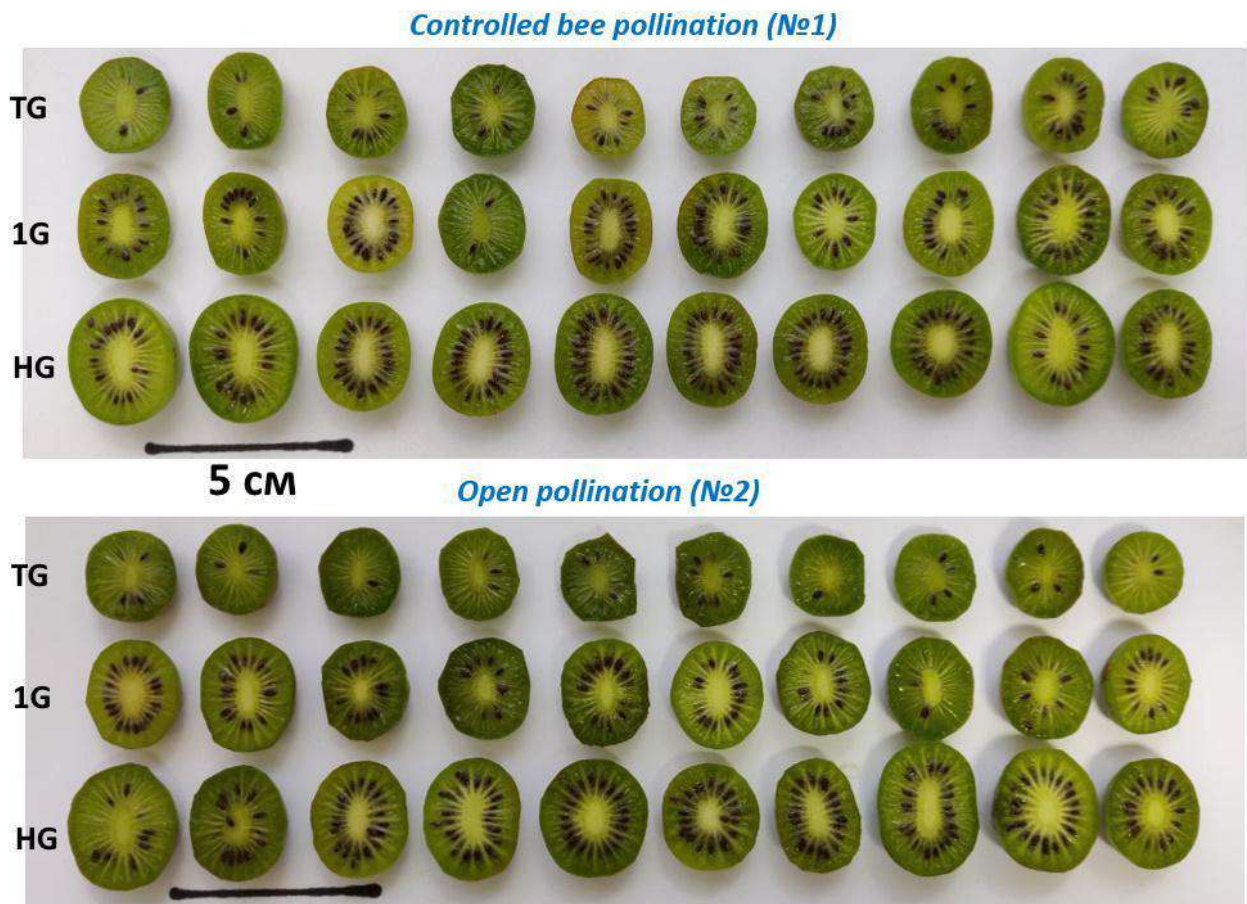


Рис. 2.9. Дослідження плодів актинідії за формою на розрізі, наявністю дефектів та кількістю насінин на приналежність до гатунків якості (фото плодів зверху – отримано з ділянок 1 у місцях наближених до вуликів; фото плодів знизу – отримано з ділянок 2 з відкритим доступом для диких запилювачів та віддалених від запилювальних точок з медоносними бджолами; TG – технічний гатунок; 1G – перший гатунок; HG – вищий гатунок)

Отже, застосування медоносних бджіл на дводомному виді рослин, який використовується для промислового отримання плодів, має позитивний ефект.

Порівняння ефективності керованого запилення джмелями і бджолами комерційних сортів чорниці високорослої. *Vaccinium corymbosum* L. – це північноамериканський вид, який належить до групи чорниць північних кущових, що став продовольчою культурою та має високе економічне значення. Вирощування *Vaccinium corymbosum*, як чорниці високорослої поширене і в Україні. Високі врожаї чорниці високорослої отримують за умови забезпечення сприятливих природо-кліматичних умов та ентомофільного запилення. Донині тривають суперечки щодо ефективності запилення чорниці високорослої різними комахами. Метою дослідження було порівняти ефективність керованого запилення джмелями і бджолами комерційних сортів чорниці високорослої.

Дослідження проводили у травні-червні 2021 року в рамках проєкту «Development of the market of controlled bee pollination in Ukraine», що підтримувався Програмою USAID’s Agriculture Growing Rural Opportunities Activity (AGRO). На поля на ТОВ «Нікдарія» (м. Житомир, Україна) було привезено 42 бджолині сім’ї та 13 джмелиних на порівняльні дослідження врожайності різних сортів чорниці високорослої (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Дослідні ділянки чорниці високорослої

Облік урожайності здійснювали за масою зібраного врожаю. Окремо досліджували вплив керованого бджолозапилення на покращення якості ягід за масою та розміром (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Процес дослідження якості плодів чорниці високорослої

Встановили, що врожайність чорниці завдяки керованому бджолозапиленню збільшилася на 1,94 т/га, джмелезапилення – 1,27 т/га, поєднання двох видів комах на сорті Duke – 2,66 т/га, поєднання приваблювача з бджолами – 0,72 т/га та приваблювача з джмелями – 0,95 т/га. Без використання будь-яких засобів покращення запилення урожайність була меншою за планову у середньому на 0,4 т/га. Однак, сорт Spartan не реагував на відсутність запилювачів. Визначили, що кероване запилення призводить до збільшення чистого прибутку (з відрахуваннями витрат на запилення), а саме: бджолозапилення на 211,0 тис. грн/га, джмелезапилення – 134,5, поєднання бджоло- і джмелезапилення – 289,9, поєднання бджолозапилення і приваблювача

– 74,0, поєднання джмелезапилення і приваблювача – 98,4 тис. грн/га. Недобір урожайності до планової через відсутність будь-яких способів запилення відрізняється залежно від сорту і коливається в межах від 0,29 до 2,24 т/га, що призводить до зменшення прибутку від 31,9 до 246,4 тис. грн/га.

Зробили висновок, що підвищення врожайності не завжди означає підвищення економічної ефективності. Використання бджіл зумовило підвищення урожайності на 49%; джмелів – 33%; поєднання бджоло- і джмелезапилення – 33,25%, бджолозапилення і приваблювача диких комах – 18 %, поєднання джмелезапилення і приваблювача – 47,5% (вказує, що приваблювач діє на джмелів, але не на медоносних бджіл). За цього найвища економічна ефективність у варіанті поєднання бджоло- і джмелезапилення, за якого збільшення чистого прибутку становить 289,9 тис. грн на кожному га, що було пов'язано з понесеними витратами на агротехніку.

Проведені дослідження вказують на необхідність подальшого розвитку ринку керованого запилення. На сьогодні в Україні цьому сприяють громадські організації та інші об'єднання бджолярів. Зокрема, Асоціація керованого запилення «BeesAgro» (рис. 2.12).

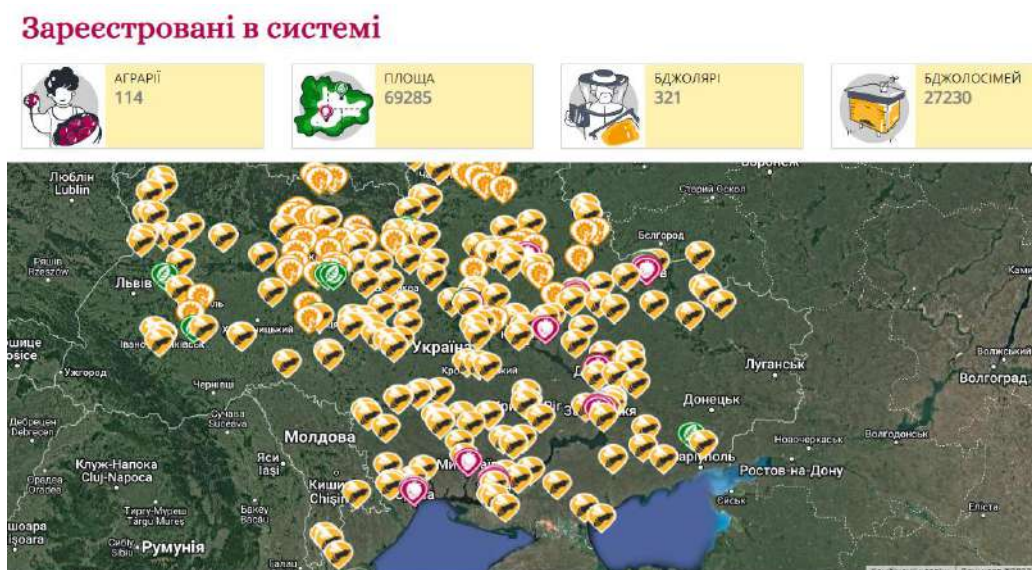


Рис. 2.12. Зареєстровані учасники платформи керованого бджолозапилення (<http://beesagro.grand.expert/ua>)

Організація працює в напрямі створення та підтримання функціонування ринку послуг керованого запилення медоносними бджолами ентомофільних сільськогосподарських культур, завдяки чому очікується розвиток галузі бджільництва та збільшення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва в Україні.

РОЗДІЛ 3

СУЧАСНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ У БДЖІЛЬНИЦТВІ

3.1. Пристрій для отримання води з гнізд медоносних бджіл

Перші дослідження мікроклімату бджолиного гнізда датовані 1806 р., коли Хубер повідомив, що температурний діапазон, необхідний для розвитку розплоду бджіл становить 35–36 °С (Huber, 1806). З цього часу ми маємо значну кількість наукових досліджень, що стосуються мікроклімату бджолиного гнізда. На сьогодні цей напрям є на етапі розроблення та впровадження так званих розумних вуликів, що передбачає автоматизацію вимірювання мікроклімату бджолиного гнізда (Robustillo et al., 2022; Hadjur et al., 2022; Braga et al., 2021) задля аналізування стану сім'ї.

В апітерапії пропагують використання в лікувальних цілях продуктів, вироблених в умовах пасіки (бджолина отрута, прополіс, обніжжя, мед, маточне молочко, мертві бджоли, апіларніл (трутневий гомогенат), віск, воскова моль), використання повітря вулика або лікувальний сон на вулику (Münstedt et al., 2019; Toral et al., 2021). Особливу увагу в цьому підрозділі ми приділяємо вуликовому повітрю, як продукту, що застосовується в апітерапії.

Smith et al., (2002) провели ґрунтовне дослідження вмісту летких та напівлетких речовин у вуликовому повітрі. Експерименти проводили в липні 1996 р. на дослідницьких пасіках Університету Монтани (США). Дослідження передбачали відбір проб повітря навколо пасіки, з корпусів вуликів без бджіл зі стільниками та без стільників, з бджіл, розміщених у садках по 4000 особин, зразків прополісу, розміщеного у скляних колбах. Відбір проб повітря з вуликів виконували через мідну трубку, котра була вставлена між стільниками. До мідної трубки було підключено шланг довжиною 1 м та діаметром 5 мм, термодесорбційну пробірку Carbotrap 300 (Supelco) або чотирифазну пробірку Carbotrap 400 та насос для втягування повітря зі швидкістю від 0,080 до 0,150 дм³/хв.

Науковці (Smith et al., 2002) зазначають, що через специфічний спосіб відбору проб і подальшого TD/GC/MS-аналізу можна було виявити лише деякі категорії летких і напівлетких сполук. Неполлярні органічні речовини (алкани, алкени, алкіни, циклоалкани, ароматичні сполуки, терпени, ПАУ, біфеніли) та частково оксигеновану органіку (спирти, прості ефіри, кетони, альдегіди, кислоти, складні ефіри), азоторганічні та сіркоорганічні сполуки (аміни, аміди, гетероцикли), хлорорганічні сполуки (розчинники, пестициди). Використання інших сорбентів і різних покриттів колонок може збільшити здатність знаходити

інші класи сполук. У вуликовому повітрі виявлено ті семіохімічні речовини, які вироблялися у великих кількостях і переносилися всередині вулика робочими бджолами. Виявлені рівні гексанової кислоти, октанової кислоти, 2-гептанону, C4–C8 ацетатних ефірів, C5–C9 спиртів, вуглеводнів і терпенів. Науковці припустили (Smith et al., 2002), що ці речовини секретувалися нижньощелепними залозами робочих бджіл.

В переліку речовин, яким приписують запах вулика, автори дослідження знайшли фурфурол, бензальдегід, октанал, нонанал, деканал і деканол. Виявлено спирти та карбонові кислоти, які встановлюють значні рівноважні концентрації як у меду, так і у вуликовому повітрі. Низькомолекулярні компоненти бджолиного воску, наприклад алкени та алкадієни, також були помічені у повітрі вулика.

Продуктом з непередбачуваним впливом на склад вуликового повітря є прополіс. Широкий спектр вуглеводнів і їхніх компонентів, частково окислених продуктів розпаду були зібрані в шарах хімічних сорбентів. Вони тісно корелюють зі списками сполук, що відомі для прополісу поширеного у Північній Америці та Європі.

Одним із шляхів потрапляння речовин у вуликове повітря є вода, котру приносять робочі бджоли в гніздо. Терморегуляція зон розплоду у вулику досить ефективна для випаровування багатьох органічних залишків. Дослідження проведені науковцями у лабораторіях (закритих умовах) виявили, що бджоли, які збирають воду, успішно транспортують органічну плівку зі стоячих басейнів води та гранул вологого ґрунту. Воду часто доставляють у вулик у теплі дні та вентилюють її, щоб підтримувати належну температуру в гнізді. Коли охолоджуюча вода випаровується, органічні компоненти ефективно випаровуються в атмосферу вулика. Науковці класифікували хімічні речовини, не пов'язані з бджолами, на основі їхнього вірогідного джерела: сполуки, що утворюються в результаті спалювання деревини та біомаси; залишки нафти та креозоту або викиди транспортних засобів; промислові сполуки і агрохімікати. Ці списки аж ніяк не є вичерпними. Їхня мета полягає в тому, щоб надати зразок репрезентативних сполук, які підпадають під ці категорії. Також науковцями було запропоновано використовувати хімічні мітки для проведення досліджень поведінки бджіл. Використовуючи деякі хімічні речовини, які додані до сиропу, а потім аналізуючи ці речовини у вуликовому повітрі можливо проводити дослідження поведінки бджіл з пошуку кормів (Smith et al., 2002).

Carroll та Duehl, (2012) запропонували систему «Volatile collection system» для збору летких речовин з личинок і дорослих особин медоносних бджіл, розміщених на розплідних стільниках. Система складається з оглядової рамки

(це рама з алюмінієвої та скляної пластини, яка повністю закриває одну поверхню рамки з розплодом) та спеціального обладнання для використання з рамками системи Лангстрота (рис. 3.1).

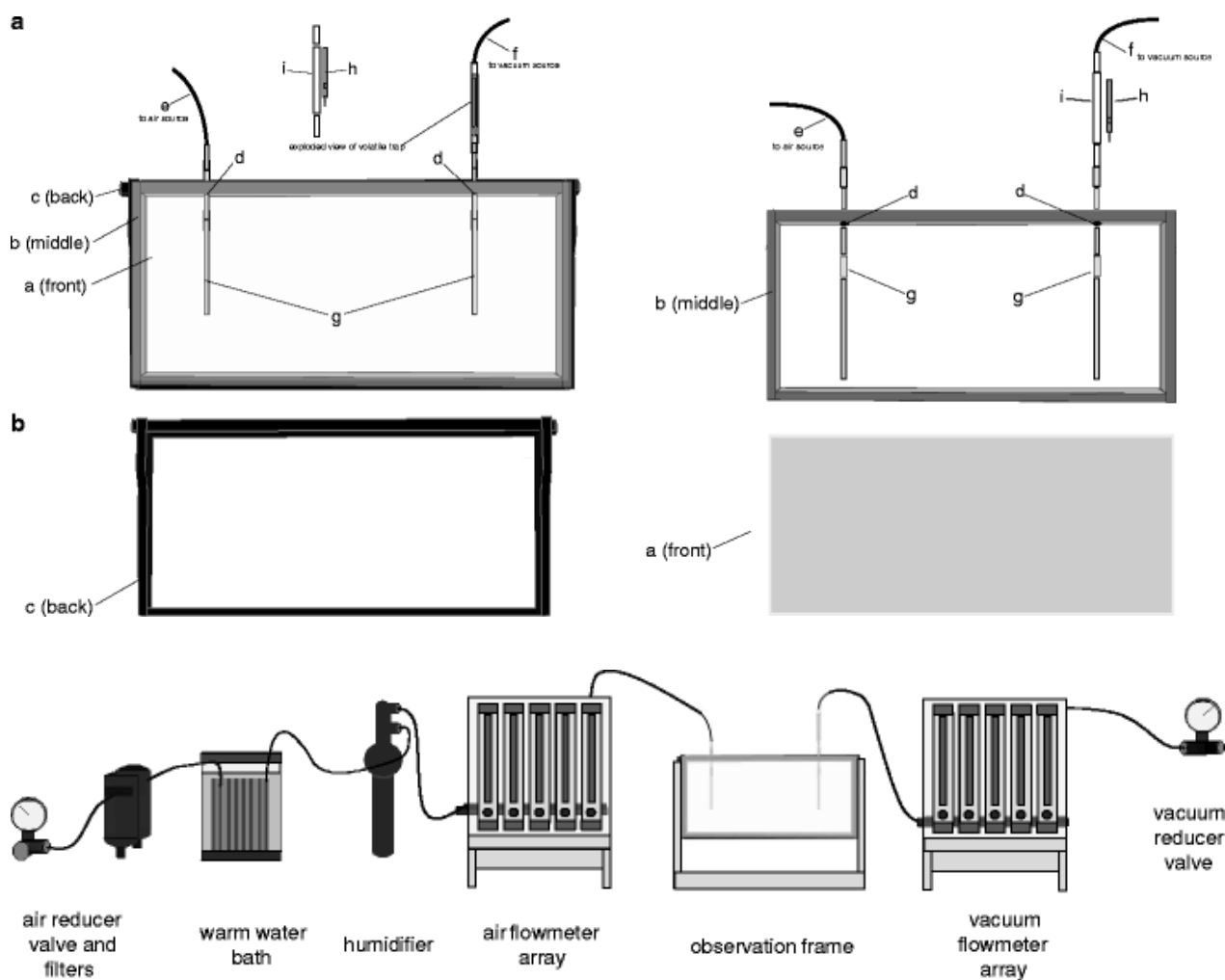


Рис. 3.1. Система «Volatile collection system» для збору летких речовин з личинок і дорослих особин медоносних бджіл (Carroll and Duehl, 2012)

Рамку можна прикріпити безпосередньо до стільника з розплодом, мінімально заважаючи бджолам. Прямокутні розміри оглядової рамки (внутрішній периметр 20,3 × 43,0 см) трохи менші, ніж внутрішній периметр стандартної дерев'яної глибокої рамки Лангстрота, так що алюмінієва рама лише стикається з дерев'яними брусками вуликової рамки. Алюмінієва рама складається з 1,91-см алюмінієвого L-подібного стрижня, звареного в прямокутну раму (23,2 × 51,1 см по зовнішньому периметру). Нижня частина алюмінієвої рами виступає всередину перпендикулярно до поверхні стільника. Розміри алюмінієвої рами, яка була вставлена в базову рамку, зберігали рівномірний простір (приблизно 9 мм) між скляною пластинкою та стільниками з розплодом, розташованими нижче. Регульований повітряний і вакуумний потік

пропускається через оглядову рамку, щоб дати змогу відбирати зразки летких речовин і забезпечити вентиляцію бджолам.

Щоб забезпечити мікроклімат, подібний до природних умов гнізда розплоду, повітряний потік нагрівався до 32 °С та зволожувався до 60–70% відносної вологості перед входом у пристрій. Науковці зазначають, що закритий стільник з розплодом, що містить активні личинки та бджіл, дав широкий спектр летких речовин (понад 40). Поміж виявлених та ідентифікованих летких речовин були карбонові кислоти (ізомасляна кислота, масляна кислота, пентанова кислота, гексанова кислота, октанова кислота); ароматичні кислоти (бензойна кислота); фенілпропаноїди (метилбензоат, етилбензоат); терпеноїди (альфа-пінен, 3-карен, E-β-оцимен, цитраль, нерол, гераніол); альдегіди (гексанал, гептанал, октанал, нонанал, деканаль); кетони (2-пентанон, 2-гептанон, 6-метил-5-гептен-2-он); спирти (3-метил-1-бутанол, 2-гептанол); складні ефіри (ізобутилацетат, ізопентилацетат); алкани (нонан і декан). Летючі речовини, ідентифіковані авторами, були виявлені у всіх стільниках розплоду, що містили личинок і дорослих робочих бджіл (Carroll & Duehl, 2012).

18 листопада 2017 року в Берліні відбувся симпозіум з Апітерапії, на якому було представлено доповідь Крістін Рекліс (Kristin Recklies) на тему «Характеристика вуликового повітря» (Charakterisierung der Bienenstockluft). Автор доповіді зазначає, що щонайменше 5 патентів було отримано на пристрої для інгаляції вуликовим повітрям. Її дослідження стосувалося апробації експериментального устаткування для отримання вуликового повітря. Відбір зразків повітря з вулика для дослідження проводили на двох локаціях у Німеччині: Технічний Університет Дрездена та Лісовий ботанічний сад Тарандт. За результатами дослідження авторка зазначає, що у вуликовому повітрі ідентифіковано більше 50-ти летких речовин, що походять від прополісу та воску, і ароматичні речовини меду. Доктор Стангачоу на своїх курсах з апітерапії також зазначає, що флавоноїди не знайдені у повітрі вулика, що є досить цікавим фактом, якщо врахувати їхню присутність у всіх продуктах бджільництва (з матеріалів сайту <https://apitherapy.com>).

Вперше в Україні дослідження складу вуликового повітря було проведено професором В. Броварським. Так, у 2017 році було опубліковано результати розробки технології одержання конденсату повітря бджолиного гнізда. Дослідження складу вуликового повітря було здійснено з використанням двох систем. Перша передбачала отримання конденсату через систему, що втягувала та конденсувала повітря через трубчасті магістралі, а друга – насичення дистилляту через пропускання крізь нього повітря відібраного з гнізд сімей. За результатами дослідження було ідентифіковано низку речовин поміж яких жирні

кислоти: пальмітинова, стеаринова, 3-ОН- миристинова та миристинова (Броварський, 2017, 2018).

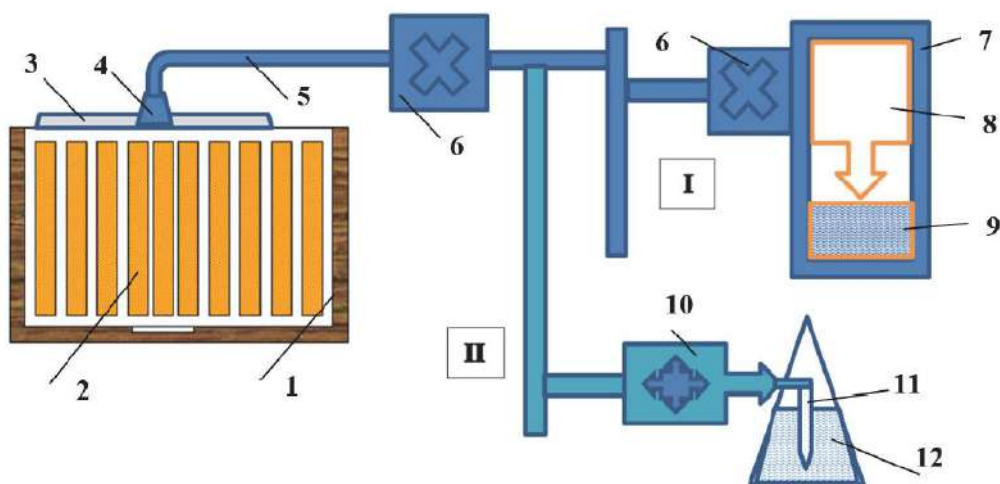


Рис. 3.2. Загальна схема різних способів одержання метаболітів і біологічно активних речовин бджолиного гнізда (Броварський, 2017): I – спосіб конденсації повітря; II – спосіб аерації; 1 – вулик; 2 – гніздо бджолиної сім'ї; 3 – стеліна; 4 – забірник повітря; 5 – повітропровід; 6 – вентилятор; 7 – осушувач повітря; 8 – охолоджувач повітря; 9 – ємність із конденсатом; 10 – компресор; 11 – аератор повітря; 12 – дистильована вода.

Нами у 2018 році було спроектовано та виготовлено дослідний зразок пристрою – конденсаційна рамка та одержано патент № 129535 від 25.10.2018 року (Двикалюк, 2018; Двикалюк та Адамчук, 2021) (рис. 3.3). Пристрій виконано в формі вуликової рамки з вмонтованим у ній конденсаційним екраном та лотком для збору води, що утворюється через конденсацію вологи та речовин, що насичують повітря всередині гнізда медоносних бджіл. Використання пристрою передбачає його розміщення індивідуально в кожній окремо взятій сім'ї. Конденсаційна рамка оснащена електронним термометром, що забезпечує можливість контролю температури конденсаційного екрану. Лоток розміщено під конденсаційним екраном та дає можливість накопичувати утворений на конденсаційному екрані конденсат речовин (Двикалюк, 2018).

Один із отриманих нами зразків води з використанням конденсаційної рамки було досліджено методом газової хроматографії з мас-спектрометриєю (Додаток В) (Agilent 6890 GC 5973N GC/MSD 7683 Autosampler) та ідентифіковано такі речовини: Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl); Dodecanoic acid, methyl ester; Methyl tetradecanoate; Methyl 13-methyltetradecanoate; Methyl 12-methyltetradecanoate; Pentadecanoic acid, methyl ester; Tetradecanoic acid, 5,9,13-trimethyl-, methyl ester; Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester; Hexadecanoic

acid, methyl ester; Hexadecanoic acid, 15-methyl-, methyl ester; Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester; Heptadecanoic acid, methyl ester; Octadecanoic acid, methyl ester; Octadecanoic acid, 10-methyl-, methyl ester; Nonadecanoic acid, methyl ester; Eicosanoic acid, methyl ester; Heneicosanoic acid, methyl ester; Docosanoic acid, methyl ester; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono (2-ethylhexyl) ester; Heneicosane, 11-decyl-; Heptacosane; Tricosanoic acid, methyl ester; Heptacosane; Tetracosanoic acid, methyl ester; Eicosane; Nonacosane; Hexacosanoic acid, methyl ester; Heneicosane, 3-methyl-; Tricosane; (2-Methyl-[1,3]dioxolan-2-yl)-acetic acid, phenyl ester; Cyclotrisiloxane, hexamethyl-; Hexacosane; Octacosane; 1,2,4-Benzene-tricarboxylic acid, 4-dodecyl dimethyl ester; 1H-Indole, 1-methyl-2-phenyl-; 5(1H)-Azulenone, 2,4,6,7,8,8a-hexa hydro-3,8-dimethyl-4-(1-methylethylidene)-, (8S-cis)-.

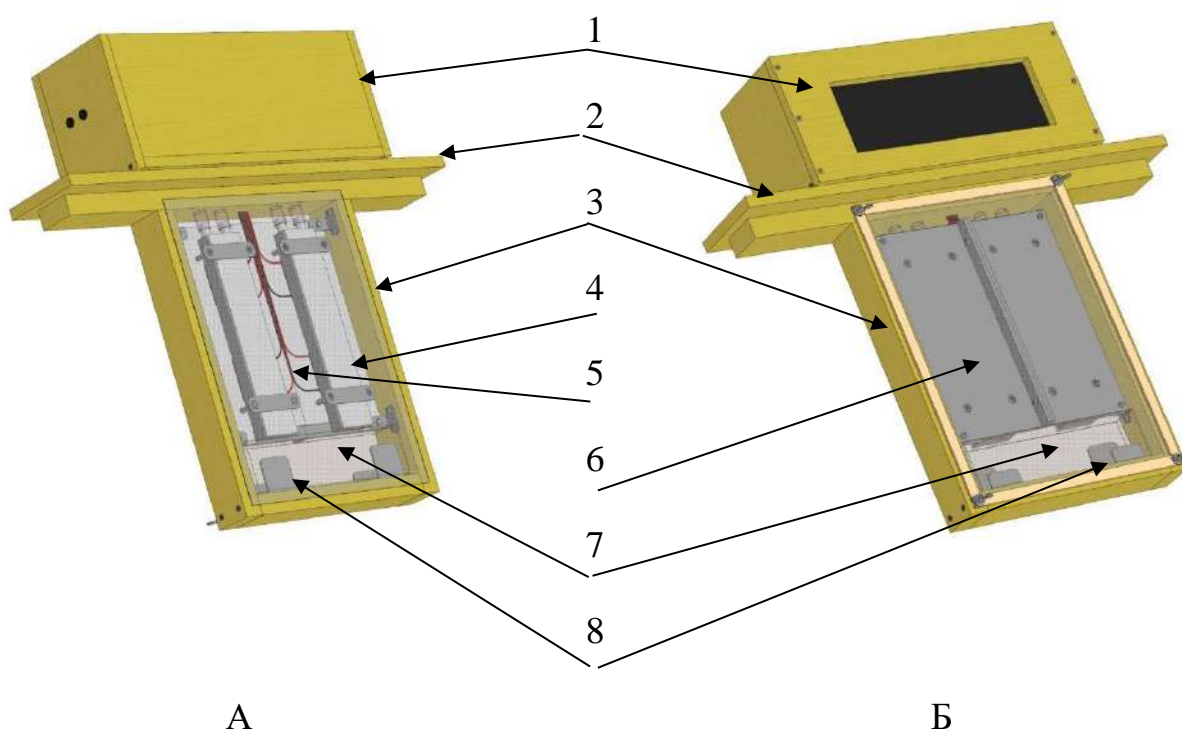


Рис. 3.3. 3-D модель Конденсаційної рамки (А – зображення пристрою з неробочої сторони; Б – зображення пристрою зі сторони екрану, де утворюється конденсат. 1 – блок із елементами, що забезпечує роботу пристрою та відвід тепла з елементів Пельтьє; 2 – вмонтована стелина, що забезпечує закриття гнізда бджіл з додаванням стелин; 3 – дерев'яний каркас пристрою у формі вуликової рамки; 4 – система водяного відведення тепла з елементів Пельтьє; 5 – елементи Пельтьє вмонтовані у фетр, що покриває одну сторону конденсаційного екрану; 6 – робоча сторона конденсаційного екрану на якій утворюється конденсат вуликового повітря; 7 – лоток для збору конденсату; 8 – захисна сітка, що захищає елементи пристрою від потрапляння у них бджіл, одна сторона якої знімається для доступу до лотка з конденсатом)

Принцип роботи. Конденсаційна рамка розміщується у гнізді медоносних бджіл та вмикається в мережу 220V. Під час охолодження конденсаційного екрану до точки роси, утворений конденсат накопичується в лотку (рис. 3.4).

Надалі конденсат вилучають, а конденсаційні рамки можуть залишити у гнізді чи вилучити за потреби. Конденсаційний екран виконано таким чином, що він повністю доступний для необхідності його протирання або іншого обслуговування в залежності від потреб.



Рис. 3.4. Конденсаційна рамка Двикалюка для отримання речовин з вуликового повітря (1 – пристрій у гнізді бджіл; 2 – утворений конденсат стікає по екрану пристрою у лоток)

Подальші ідентифікацію та вивчення виявлених речовин, їхні можливі джерела походження здійснювали з використанням бази NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/>) Національного інституту стандартизації та технології у США та PubChem Національного центру біотехнологічної інформації (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>). Отримані результати групували в таблицю ідентифікації для подальшої наукової роботи.

Silva et. al., (2018) в межах виконання бакалаврської роботи з біологічних наук у Universidade Paulista (UNIP) провели дослідження летких компонентів, присутніх у повітрі бджолиного вулика *Apis mellifera* L., за допомогою газової хроматографії та мас-спектрометрії. Збір вуликового повітря проводили в червні

2017 р. на пасіці Dito Pintado, навчальна пасіка пов'язана з APACAME – Асоціацією бджолярів Сан-Паулу, що розводять європейських медоносних бджіл, розташованій у муніципалітеті município de Santana de Parnaíba (Бразилія). Вулик, обраний для збору повітря, визначався за критерієм найкращого співвідношення параметрів розміру, сили та здоров'я бджолоїної сім'ї. За добу до збору в обраний вулик встановлювали вентиляційний пристрій (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Серія зображень досліджень вуликового повітря Silva (2018)

Експериментальний пристрій для збору повітря з вулика був сконструйований у вигляді дерев'яної кришки з центральним отвором, у який

встановлений вентиляційний девайс (комп'ютерний кулер) 12 x 12 см. Кулер був захищений металевою сіткою, що живиться від батареї 9 V, та під'єднаний до вимикача. Над вентиляційним пристроєм була прикріплена лійка, з'єднана з шлангом довжиною 4 м. Зібране вуликове повітря пропускали та накопичували у трьох типах пристроїв. Першим пристроєм була спеціальна скляна колба для збору газоподібних проб і зберігання летких сполук. Другим пристроєм була скляна трубка з внутрішньою упаковкою з активованого вугілля, а третім пристроєм була скляна трубка з внутрішньою упаковкою з тенаксу, яка була призначена для збору газоподібних проб і з функцією поглинання та зберігання летких сполук. Час надходження повітря з вулика в накопичувальний пристрій визначали в пробах з 5 і 10 хв збору. Після збору зразки доставили до лабораторії та зберігали за кімнатної температури, у захищеному від світла та вологості місці до наступного дня для проведення аналізу.

Аналіз повітря з вулика проводили у лабораторії газового аналізу, супрамолекулярної хімії, нанотехнологій та електрохімічних процесів Центру хімії та навколишнього середовища Інституту енергетики та ядерних досліджень при Університеті Сан-Паулу (Бразилія). Для аналізу повітря у вулику використовували методи газової хроматографії та мас-спектрометрії. Зразки, які зберігали в скляних флаконах, відбирали мікрошприцом і вводили безпосередньо в апарат для газової хроматографії. Зразки, що зберігалися в пробірках, наповнених активованим вугіллям, екстрагували зануренням у розчинники дихлорметан або ацетонітрил впродовж 12 год. Зразок, що зберігався в пробірці, заповненій тенаксом, екстрагували шляхом занурення в розчинник дихлорметан на 12 год. Після екстрагування летких сполук, поглинених активованим вугіллям і тенаксом, розчини дихлорметану і ацетонітрилу вводили в апарат для газової хроматографії за допомогою мікрошприца. Для аналізу зібраного повітря використовувався газовий хроматограф, з'єднаний з мас-спектрометром Shimadzu GC-17A/GCMS-QP5000, що містить ручний інжектор і піролізатор EGA/PY-3030D, налаштований за допомогою програмного забезпечення GCMS – Real Time Analysis версія 1.20.

За результатами Silva et. al., (2018) зробили висновки, що метод використання скляних трубок з внутрішньою упаковкою активованого вугілля, підданих постійному потоку повітря протягом 10 хв, зберігання протягом 24 год за кімнатної температури та подальшої екстракції в дихлорметані був найкращим способом ефективнішого зберігання та підготовкою аналізу повітря вулика. Характеристика летких компонентів, присутніх у вуликовому повітрі, є першим кроком у створенні надійних наукових знань про практику терапевтичної інгаляційної техніки. Завдяки ідентифікації летких сполук, присутніх у повітрі

вулика, можна вивчити фармакологічну дію компонентів, які вдихаються і, як наслідок, зрозуміти терапевтичну фізіологію цієї природної методики.

Дослідження 2017 року Tiago Guardia de Souza e Silva було представлено доповіддю «Терапевтична інгаляція вуликового повітря. Характеристика летких компонентів, присутніх у повітрі вулика видів *Apis mellifera* L. на 46-му Міжнародному конгресі Апімондія, що проходив у Канаді у вересні 2019 року.

Науковці з Польщі Szczurek та Maciejewska (2021) представили дослідження «Відбір проб повітря у вулику та робота сенсорного пристрою в бджільництві – методологічні та технічні аспекти». Ними було розроблено обладнання, що за своїм функціонуванням нагадує електронний ніс (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Газовий аналізатор, який використовувався науковцями для відбору проб вуликового повітря (Szczurek and Maciejewska, 2021)

Пристрій складається з: блок відбору проб газу з системою подачі проб; масив із шести недорогих напівпровідникових датчиків газу (TGS822, TGS823, TGS826, TGS2600, TGS2602, TGS2603) з частковою або перекриваючою чутливістю; схема формування аналогового сигналу; модуль для збору та зберігання даних; модуль попередньої обробки сигналу; машина розпізнавання образів; GSM модуль для передачі даних; GPS модуль для локалізації приладу.

Автори зазначають, що під час розроблення методу та обладнання для відбору проб повітря у вулику, треба враховувати декілька основних моментів. Найважливішим є: властивості вуликового повітря, умови навколишнього

середовища, поведінка медоносних бджіл, конструкція та матеріали обладнання для відбору проб, характеристики газових датчиків.

Інші чинники, такі як зручність, доступність метаданих, технічні обмеження та вартість також відіграють важливу роль у розробленні стратегії відбору проб. У всіх ситуаціях випробувань необхідно враховувати: коливання тиску, температури або концентрації компонентів повітря вулика через неконтрольовані коливання вмісту вологи у вулику та зовнішньому середовищі і очікувані перешкоди.

До основних висновків науковців можна віднести такі: динамічний відбір проб дає змогу збирати репрезентативні зразки повітря вулика та безперешкодно доставляти його до камери датчиків, що забезпечує високу точність вимірювання. Правильний вибір швидкості потоку газу має вирішальне значення. Система відбору проб не може змінювати склад проби газу. Для цього науковці вибрали відповідні матеріали, з яких виготовляли всі компоненти пристроїв (PTFE та PE). Розташування точки відбору проб у вулику має бути чітко визначеним, оскільки це впливає на реакції датчика газу. Система відбору проб має бути оснащена елементами, які захищають чутливий пристрій від твердих часток і водяного конденсату, цю роль виконують відповідні фільтри. Науковці зазначають, що деякі речовини приладу поглинали речовини із вуликового повітря і, тим самим, впливали на результати дослідження (Szczurek, & Maciejewska, 2021).

Abd El-Wahed et al. (2021) провели дослідження профілю летких речовин у повітрі вулика, проаналізувавши їх за допомогою твердофазної мікроекстракції (SPME) і хемометрії. Метою дослідження було дослідити ефективність повітряної терапії з вулика проти грамположитивних і грамнегативних бактерій і співвідносити цю активність з його летким складом. Як зазначають автори, їхні дослідження є першим детальним звітом про основні компоненти аромату летких речовин у вуликовому повітрі з використанням багатофакторного аналізу даних. Науковці проводили аналіз повітря з вулика та його окремих компонентів, а саме бджіл, отрути, меду, прополісу, перги, маточного молочка та воску.

Було ідентифіковано 56 летких компонентів, класифікованих як жирні кислоти, спирти, альдегіди, складні ефіри, ефіри, вуглеводні, фенол, кетони, азотисті сполуки та терпени. Жирні кислоти були домінуючим класом летких речовин, на які припадало близько 26,3%, 37,3% і 2,0% повітря вулика, бджіл і отрути відповідно. Жирні кислоти включали загалом 6 летких компонентів: оцтову кислоту, n-каприлову кислоту, нонанову кислоту, геранову кислоту, додеканову кислоту та тетрадеканову кислоту. Найпоширенішою жирною

кислотою була n-каприлова у вуликовому повітрі (14,4%), бджолах (26,3%) та отруті (1,3%).

Повітря з отрути містило велику кількість похідних альдегідів (приблизно 32,4%) порівняно з повітрям вулика (приблизно 16,4%), бджолами (4,8%) і воском (2,0%). Альдегіди складають найбільшу кількість ідентифікованих летких компонентів (10 сполук), а найбільш домінуючими сполуками були 1-метил-3-циклогексен-1-карбальдегід (10,4%), бензальдегід (9,4%) і деканал (4,7%) в отруті, бензолацетальдегід (5,6%) і 5-гідроксиметилфурфурол (НМФ) (5,2%) – у повітрі вулика та нонанал (2,0%) – у воску. Кетони були основними леткими формами, що становили приблизно 14,4%, 23,0%, 20,5% і 7,6% у повітрі вулика, бджолах, отруті та воску – відповідно. Всього ідентифіковано 7 кетонів. Переважав поміж кетонів 2-нонанон, його було виявлено 5,7%, 15,5%, 18,8% і 7,6% у повітрі вулика, комах, отруті та воску відповідно.

Аромат воску був збагачений вуглеводнями (35,6 %) порівняно з (24,1 %) бджолами, отрутою (16,1 %) та повітрям вулика (11,0 %). Декан був домінуючою сполукою у повітрі з воску (20,2%). Терпени, складні ефіри, прості ефіри, спирти, фенол і азотисті сполуки також були виявлені, але на значно нижчих рівнях. β -ліналоол був домінуючим терпеном приблизно 4,9% і 0,5% у вуликовому повітрі та отруті відповідно. (E)-Анетол був ідентифікований як ефір у повітрі вулика, бджолах і отрути на рівнях від 0,2 до 0,5%. Монотерпеноїд метилсаліцилатестер був виявлений на найвищому рівні у воску, 50,6%, потім 8,0% – у повітрі вулика. Цікаво, що фенольний ефір (евгенол), що зумовлює аромат квітів конюшини, також був виявлений у повітрі вулика (2,2%). Якісні та кількісні відмінності поміж досліджуваних зразків спостерігалися в основному між повітрям вулика та отрутою. Науковці зазначають, що компоненти повітря вулику не здатні спричиняти антимікробну дію на *S. aureus* (Abd El-Wahed et al., 2021).

3.2. Пристрій для рознесення фунгіцидів під час бджолозапилення

Започаткування напряму досліджень взаємодії запилювачів та рослин. У 1950 р. Анною Мауріціо (Швейцарія) під час ботанічного конгресу в Стокгольмі було засновано Міжнародну комісію з ботаніки бджіл (ICBB). У 1985 р. Комісія була оновлена і її назва була змінена на Міжнародну комісію зі зв'язків між рослинами та бджолами (ICPBR), а в 2011 р. назву було змінено на Міжнародну комісію зі зв'язків між рослинами та запилювачами (ICPPR), яка краще відповідає цілям Комісії.

Основними цілями діяльності Комісії є:

– сприяти та координувати дослідження взаємозв'язків між рослинами та бджолами всіх видів (цей напрям включає дослідження рослин, що запилюються комахами, поведінку бджіл у пошуках корму, впливу візитів запилювачів на рослини, управління та захисту комах-запилювачів, речовин, зібраних бджолами з рослин та модифікованих ними);

– організувати зустрічі, колоквиуми або симпозиуми, пов'язані з вищевказаними темами, а також публікувати та розповсюджувати матеріали;

– тісно співпрацювати з національними та міжнародними установами, зацікавленими у взаємовідносинах між рослинами та бджолами, особливо з тими, чії цілі полягають у розширенні наукових знань про екологію тварин і рослин, захист фауни (<https://www.icppr.com/about.html>).

У складі Міжнародної комісії зі зв'язків між рослинами та запилювачами утворено і діють шість робочих груп. Робоча група CroProPol є об'єднанням зацікавлених сторін для розроблення концепцій, проведення досліджень і розробок у сфері використання керованого запилення. CroProPol також сприяє обміну ідеями щодо тестування та розробки через міжнародні проекти засобів контролю, які розповсюджуються керованими запилювачами у своїх гніздах для придушення власних шкідників та хвороб. Також досліджується можливість того, що хижаки, паразитоїди та макропаразити можуть поширювати мікробні біологічні засоби контролю проти шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. У Європейській Співдружності впроваджують програму BICOPOLL (www.bicopoll.net), яка є частиною проекту EU-ERA-NET «CORE-ORGANIC II», що поєднує дві ключові екосистемні послуги: біоконтроль і запилення (<https://www.icppr.com/cropropol-.html>).

Ентомоекторна технологія (entomovector technology) використовує комах, як переносників агентів біологічної боротьби для цілеспрямованого точного біоконтролю шкідників та хвороб рослин, що є прикладом мультитрофічних взаємодій. Оскільки комаха-переносник зазвичай є запилювачем сільськогосподарських культур, це додає додаткову можливість до нових взаємодій. Технологія залежить від управління бджолами, маніпулювання їхньою поведінкою, компонентів системи рослинництва та системи рослина-патоген-переносник-антагоніст. В загальному за 20 років досліджень в сфері ентомоекторних технологій було сформовано два типи дозаторів: односторонньої та двосторонньої дії. Найбільш ефективними на сьогодні переносниками препаратів є медоносні бджоли, джмелі та бджоли-мулярі.

Під час використання медоносних бджіл найбільш ефективними є двосторонні дозатори (диспансери) (Smagghe et. al., 2012). Maccagnani, et. al.,

(2020) вважають, що розробка диспенсерів для роду поодиноких бджіл Осмія все ще є на ранній стадії. Дослідники переконують, що перспективи майбутніх досліджень полягають у розширенні знань про потенціал комахозапилення та ентомоекторної технології для поодиноких видів бджіл. Поряд із постійним удосконаленням моделей дозаторів, основна увага досліджень також має бути зміщена в бік удосконалення складу порошку, який можна завантажувати в дозатор для підвищення ефективності ентомоекторної технології (Massagnani et. al., 2020).

Bilu et. al., (2004) провели порівняльне дослідження та оцінювання ефективності розробленого дозатора «Triwaks» з трьома іншими типами дозаторів «Peng», «Tub» і «Harwood». Вивчали вплив дозаторів на льотну активність бджіл та ефективність накопичення препарату на екзоскелеті. Науковці виявили відмінності цих параметрів продуктивності для різних типів дозаторів та перевагу модифікації Triwaks, як ефективного інструменту для біоконтролю. Наведені ними методи оцінювання можуть бути використані для дослідження роботи інших типів дозаторів. Розроблений авторами дозатор «Triwaks» є двостороннім дозатором, що передбачає вихід бджіл із препаратом та вхід без контакту з ним (рис. 3.7).

Дозатор «Tub». Односторонній дозатор, що складається з гнучкої листової ацетатної стрічки розміром 28/6 см, яка утримується з обох боків дерев'яними брусками, утворюючи ванну з інокулянтном. Цей відкритий дозатор встановлюється біля входу у вулик, а ацетатний лист утворює стінку висотою 3 см. Бджоли, які покидають вулик, проходять через ванну і через стінку дозатора чіпляючи препарат.

Дозатор «Harwood». Цей односторонній дозатор, розроблений Харвудом та описаний Антлесом (1953) складається з дерев'яної коробки розміром 25/9/6 см із внутрішнім дахом з дротяної сітки 1/1 мм, яка вигнута до дна, утворюючи проріз висотою 12 мм над дном ящика. Бджоли мають пройти через отвір, одночасно чіпляючи порошок, який завантажуються в лоток на дні. Вихід перекриває прозора смужка висотою 3,5 см, вставлена під кутом 45°, через яку проходять бджоли. Верхня частина ящика була закрита дротяною сіткою. Оскільки дозатор має довжину лише 25 см, то він прикріплений до стандартного вулика Лангстрота з обох боків так, що залишаються щілини, які дають змогу бджолам виходити та входити у вулик, не проходячи через пристрій. Цей дозатор спочатку був розроблений для дозування невеликих кількостей порошку та підлягав частому його поновленню. Робоча гіпотеза полягала в тому, що бджоли, які залишають вулик, віддають перевагу виходу з центру через дозатор, а бджоли, які повертаються до вулика входили б через бокові щілини.

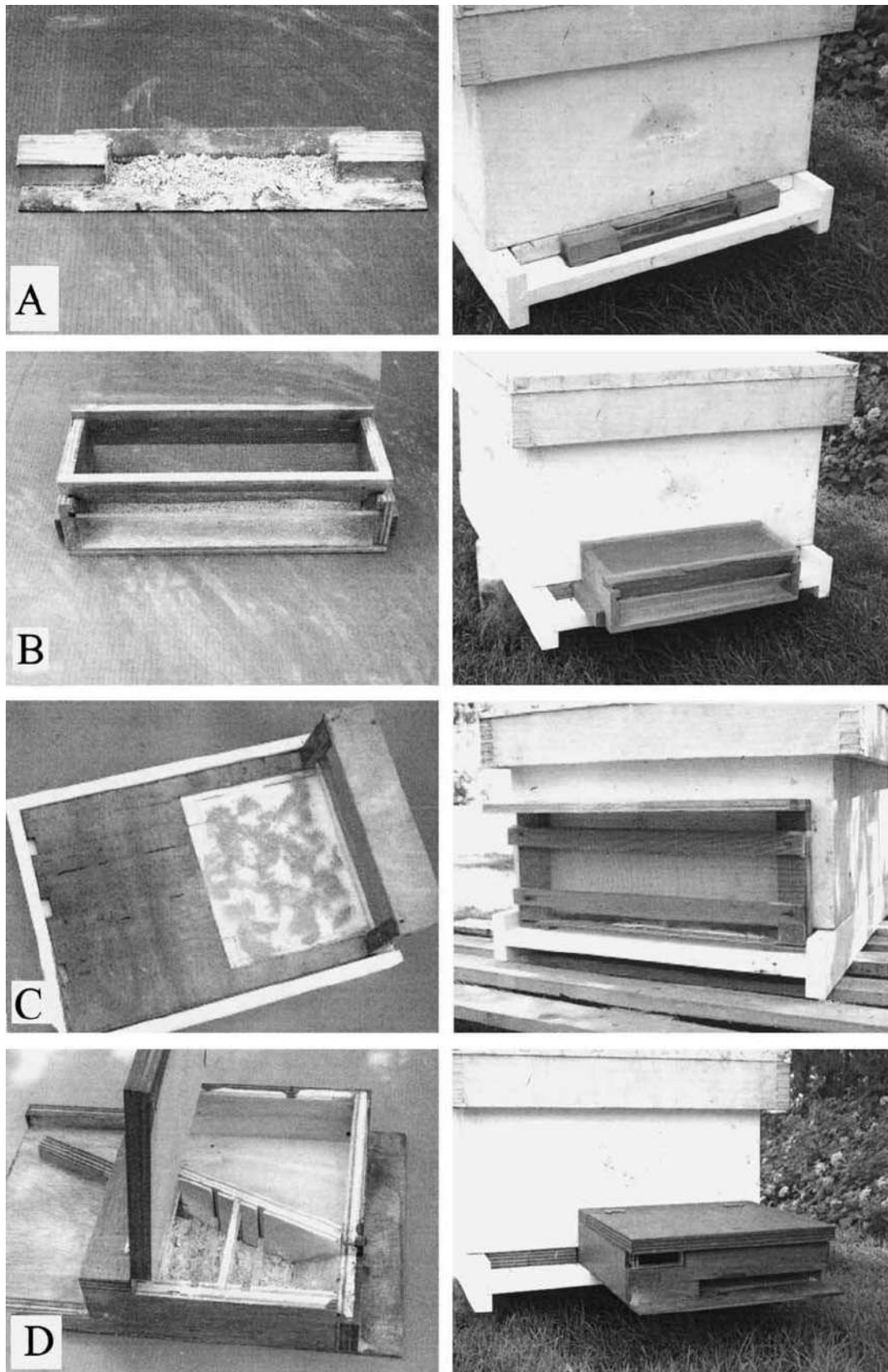


Рис. 3.7. Типи дозаторів у дослідженні Bilu et. al., (2004). *A – дозатор у вигляді простої ванни («Tub») з препаратом, що розміщується в нижній частині льотка (односторонній дозатор); B – дозатор «Harwood»; C – дозатор «Peng»; D – дозатор, запропонований дослідниками «Triwaks»*

Дозатор Peng. Цей двосторонній дозатор, створений за моделлю Peng et al. (1992), складався з дерев'яної платформи довжиною 50 см і шириною 37 см, яка встановлювалася на дно вулика.

Піддон з органічного скла 30/25 см був розміщений на платформі та містив порошок, який потрібно рознести бджолам. До цього лотка біля входу в вулик була прикріплена панель з органічного скла висотою 12 см. Бджоли, які виходять із вулика, приваблюються світлом, що проходить через цю панель, проходять крізь порошок на піддоні з органічного скла і піднімаються до вихідного отвору в верхній частині панелі. Бджоли, які повертаються у вулик, потрапляють через 6-міліметровий отвір, розташований прямо під дерев'яною платформою.

Дозатор Triwaks. Цей двосторонній дозатор був модифікацією пристрою, розробленого в дослідницькому центрі The Benjamin Triwaks Bee Research Center для моніторингу бджіл, які виходять і входять у вулик. Він складається з дерев'яного ящика розміром 25/25/5 см із подовженою основою на 15 см, яка вставляється в льоток стандартного вулика Лангстрота. Диспенсер містить діагональну перегородку, яка ділить корпус на два трикутних відділення. Бджоли залишають вулик через відсік довгою стороною всередині вулика, і їх приваблює світло з отвору. Цей відсік розділений на три підвідсіки, в які завантажуються агент. Перегородки запобігають потраплянню порошку для біоконтролю у вулик або назовні. Крім того, прозорі перегородки з органічного скла на дні та стелі корпусу створюють лабіринт, який заохочує бджіл проходити крізь порошок, не даючи їм літати крізь пристрій. Бджоли, які повертаються до вулика, стикаються з посадковою платформою вздовж довгого кінця другого трикутного відсіку і, у такий спосіб, потрапляють у вулик, не проходячи через порошок для біоконтролю. Короткий вихідний отвір розташований над довшим вхідним отвором так, щоб ще більше перешкоджати бджолам, що повертаються, входити через вихід (Bilu et. al., 2004).

Дозатор BeeTreat. Наведені дані свідчать про те, що двосторонні дозатори розроблені для медоносних бджіл (всього шість конструкцій), є задовільними і можуть бути використаними на практиці. Однак, фактично на цей час лише одна, а саме «BeeTreat», доступна на ринку (Hokkanen та ін. 2012).

Останній тип диспенсера не запатентовано, а також його характеристики знаходяться у вільному доступі в мережі Інтернет (<https://aasatek.fi/index.php/levitinlaitteet/>) (Smaghe et. al., 2012).

Дозатор Vekotin розміщується на вулику, як показано на рисунку 3.9. Медоносні бджоли, які проходять через пристрій, набирають на свій екзоскелет препарат та переносять його. Пристрій поставляється виробником замовникам у зібраному вигляді та, за потреби, користувачі можуть підлаштувати пристрій під

свою конструкцію вуликів. Дозатор Vekotin можливо прикріпити до вулика еластичним паском або ж прикрутити шурупами.



Рис. 3.8. Дозатор BeeTreat (Maccagnani et. al., 2020)

Під час встановлення треба переконатися, що льотковий отвір у пристрої та вулику співпадають. Дозатор на відміну від пристрою BeeTreat, оснащений висувним боковим лотком і під час використання пристрою треба засувати лоток повністю, а також перевіряти його. Спочатку пристрій варто розмістити на вулику та дати бджолам час для звикання до нового об'єкту при вході у гніздо, а вже після цього використовувати препарати і пристрій у робочому стані. Виробник не рекомендує використовувати пристрій під час дощу, оскільки порошкоподібний препарат може намокнути і втратити здатність налипати на екзоскелет бджіл.

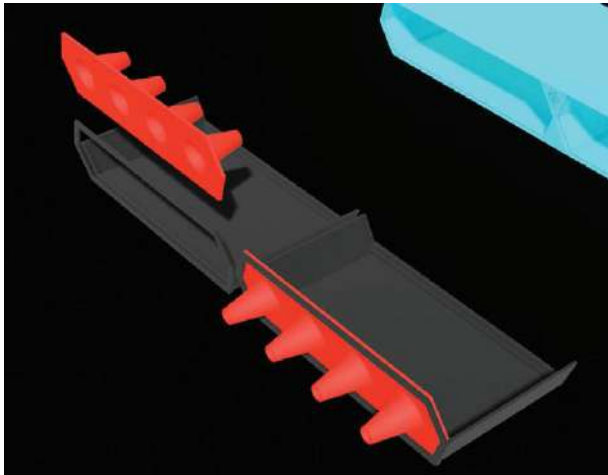


Рис. 3.9. Дозатор Vekotin (Vekotin®, Aasatek Oy)

Рекомендується використовувати два пристрої BeeTreat на один гектар поля, що обробляється. Застосовувати пристрій та обробляти препаратами варто, коли 10% масиву почне цвісти і до кінця цвітіння. Достатня норма внесення на

гектар суниці становить приблизно 400 г порошку Престоп® Мікс у період цвітіння. Залежно від виду порошку, його можна наносити ще більше тому, що немає ризику передозування біологічними препаратами.

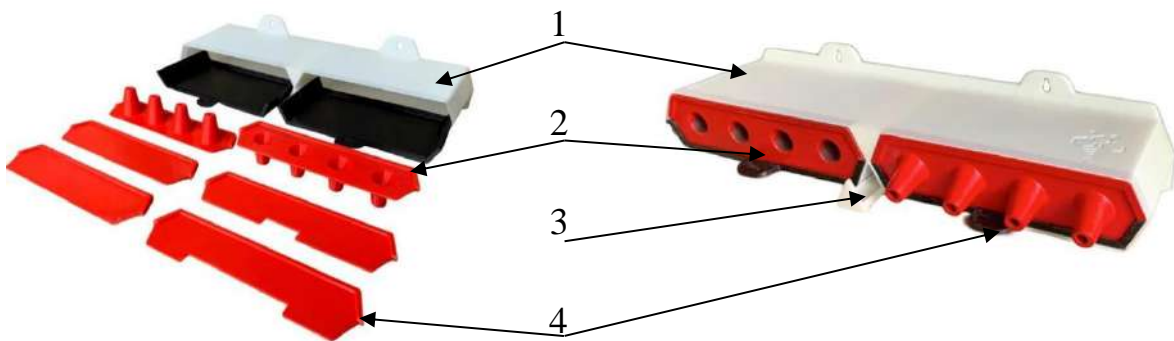
Shelley et al., (2022) було розроблено універсальний багатофункціональний пристрій Protectabee™ (рис. 3.10; 3.11)



А

Б

Рис. 3.10. Пристрій Protectabee™ (А – 3D модель; Б – пристрій встановлений на вулик), (Shelley et al., 2022)



А

Б

Рис. 3.11. Багатофункціональний пристрій Protectabee™ для перенесення агрохімікатів медоносними бджолами та оброблення бджіл ліками (<https://bestforbees.com>). (А – пристрій у розібраному вигляді; Б – пристрій у зібраному вигляді; 1 – корпус пристрою, що кріпиться до вулика; 2 – лотки, в які насипають препарати для оброблення рослин та бджіл від хвороб; 3 – відсік для боротьби з вуликовим жуком; 4 – модифікація вставок для пристрою відповідно до потреб, що виникають)

Пристрій може бути використаний для обмеження льоту бджіл за потреби. Для цього використовують вставлення пластин, що мають зменшений льотковий отвір або пластин з лійкоподібними отворами. Крім цього, за необхідності у висувні лотки можна насипати препарати для оброблення рослин і у такий спосіб пристрій може виконувати функцію двостороннього дозатора. Також автори рекомендують використовувати пристрій для оброблення бджіл ветеринарними препаратами порошкового типу (Shelley et al., 2022).

Muljar та Mänd, (2011) зазначають, що є потреба в екологічно чистих методах захисту рослин, оскільки інтенсифікація сільського господарства та збільшення використання агрохімікатів призвели до проблем стійкості в боротьбі з патогенами. Досліджено використання бджіл, як ентомовекторів для перенесення агентів біологічного контролю на квіти під час їхнього польоту в пошуку кормів. Перші експерименти з вивчення ефективності вищезазначеного методу біоконтролю в боротьбі з сірою пліснявою полуниці були успішно проведені у Фінляндії з використанням біофунгіциду Престоп Мікс, який є препаратом проти паразитичного гриба *Gliocladium catenulatum*.

Використання осмій та джмелів. Массаніані et. al., (2004) зазначають, що морфологічні та поведінкові характеристики комах, які роблять їх добрими переносниками пилку, можуть бути використані і для розповсюдження біологічних агентів. Науковцями в 2002 та 2003 рр. були проведені дослідження з оцінювання придатності вискоефективного запилювача груші *Osmia cornuta* (Hymenoptera Megachilidae) як носія стійкого до рифампіцину штаму *Bacillus subtilis* BS-F4 (BS F4rif) на квітках груші сорту «Abbé Fétel» для біологічної боротьби з бактеріальним опіком. Ефективність перенесення препарату порівнювали з використанням *Apis mellifera*. Автори зазначають, що ними розроблено диспенсер для осмій і за їхнім підрахунком, самки вийшли і увійшли до диспенсера за відповідними шляхами для перенесення препаратів у 81,4% та 97,7% спроб відповідно (Массаніані, et. al., 2004) (рис.3.12).



Рис. 3.12. Схема роботи дозатора для осмій (вид збоку (А) і спереду (Б) дозатора, встановленого на гніздовому укритті осмій) (Массаніані et. al., 2004).

Впродовж експерименту, автори модифікували дозатор з ціллю вдосконалення. У цій версії всі компоненти залишилися такими ж, як і в попередній моделі, але пластиковий бар'єр було встановлено так, що порошкоподібний препарат можна було зручно розмістити на горизонтальній площині (Massagnani et. al., 2009) (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Модифікований дозатор для осмій (Massagnani et. al., 2009)

Biddinger et. al. (2009) зазначають, що у тестах вибору між картонними трубками, бамбуком, очеретом *Phragmites* та вуликом для осмій Binderboard™ комахи зазвичай віддають перевагу бамбуку. Також науковці надають рекомендації і звертають увагу на те, що треба бути обережним, переміщаючи гнізда осмії з саду, щоб не штовхати або різко вдаряти їх, оскільки це може пошкодити яйця або дрібні личинки та спричинити надмірну смертність. У своїх дослідженнях вчені використовували дозатор для осмій для обрахунку льотної активності (рис. 3.14).



Рис.3.14. Відтворений дозатор для осмій (Massagnani et. al., 2004) у досліді проведеному Biddinger et. al. (2009)

Shipp et. al., (2008) запропоновано конструкцію дозатора для джмелів (рис. 3.15). Як зазначають науковці, конструкція лотка для інокулянта має вирішальне значення щодо успішного використання комах для отримання достатньої кількості агента задля боротьби з мікроорганізмами, щоб він міг заразити цільового господаря.



Рис. 3.15. Зображення пристрою для перенесення джмелями препаратів із висунутим лотком (Shipp et al., 2008)

У дослідженнях автори використовують конструкцію двостороннього дозатора, яка змушує комах потрапляти в нижню камеру, що містить інокулят, перш ніж вийти з дозатора. Джмелі, що повертаються, знову потрапляють у вулик, проходячи через верхню камеру дозатора, яка не містить інокулят.

Автори підсумовують, що потрібні додаткові дослідження конструкції дозатора, щоб розглянути питання дозування інокулянта джмелями, життєздатність інокулянта впродовж зберігання, вплив дозатора на льотну активність джмелів та життя сім'ї в цілому, через обмеження входу у вулик (Shipp et al., 2008). Науковці виокремили, що збільшення відстані шляху під час виходу джмелів із вулика забезпечує краще накопичення препарату на їхньому екзоскелеті. Нами також було відтворено пристрій для розподілу льоту бджіл, що використовувався Riin Muljar (Адамчук та ін., 2022) (3.16; 3.17).

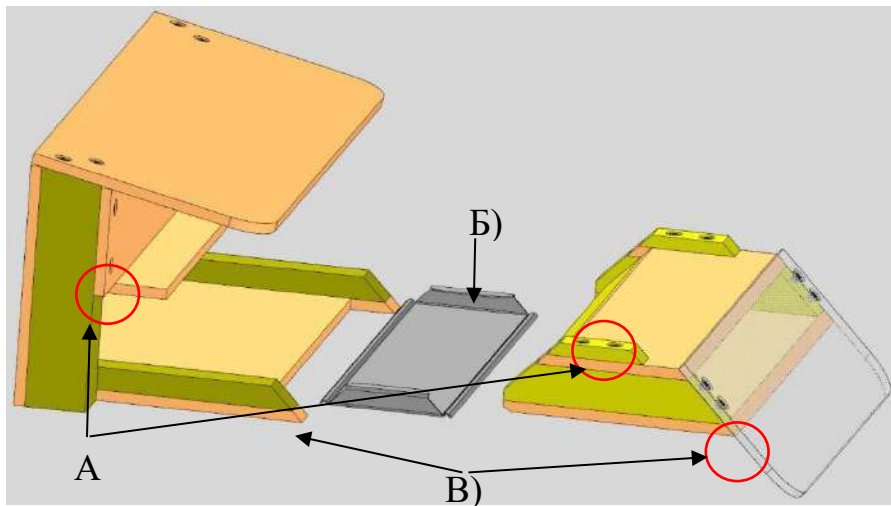


Рис. 3.16. 3D модель пристрою для розділення льоту бджіл (*A – змінні елементи корпусу; B – металевий лоток; B – змінні бокові частини корпусів*)

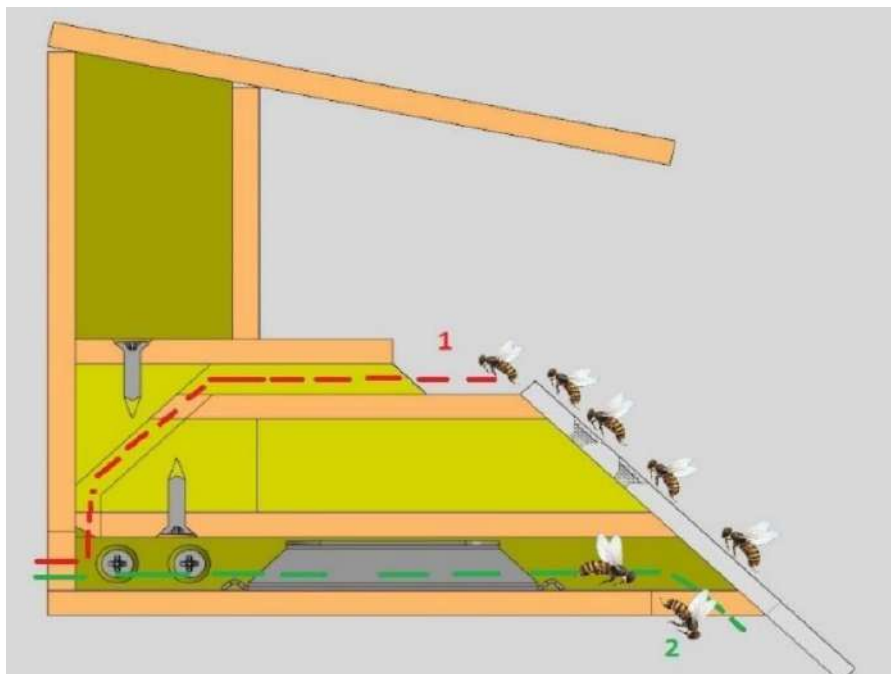


Рис. 3.17. Принцип роботи пристрою (*1 – отвір для бджіл, які повертаються у вулик; 2 – отвір для виходу з вулика та проходу через лоток*)

Перші тести пристрою виявили низку недоліків, які були усунуті в наступних конструкціях. Було додано металевий лоток (рис. 3.16, B) з нержавіючої сталі для зручності управління препаратами, що розміщуються у пристрої. Бокові частини (рис. 3.16, B) були продовжені для того, аби бджоли не потрапляли через нижню частину пристрою у вулики та знову не проходили через препарат. Елементи корпусу висувної частини пристрою були переміщені в основний корпус для зменшення його маси (рис. 3.16, A).

3.3. Нова методика дослідження антибактеріальних властивостей меду натурального

В опублікованих працях українських вчених дуже мало інформації щодо антибактеріальної активності меду, незважаючи на те, що її почали вивчати в світі дуже давно. Вперше бактерицидні властивості меду були описані Ван Кетеле в 1892 р. Фундаментальні дослідження в цій області були проведені С. Младеновим у 1969 р., який і розробив методику визначення антибактеріальної активності меду. Згідно з нею готують стерильний розчин меду в рідкому живильному середовищі – звичайному м'ясо-пептонному бульйоні (МПБ) через розбавлення однієї частини меду 5, 10, 20, 40, 80, 160 частинами цього бульйону. У пробірки з двома частинами розбавлення засівають одну краплю 18-годинної культури тест-штамів.

Після витримки в термостаті впродовж 24–48 годин за 37°C, враховують результати за ростом бактерій відповідно до помутніння бульйону. З пробірок, у яких не виявляється росту, роблять перепосів на тверде живильне середовище. Пробірки з виявленим ростом бактерій вважають розбавленням без антибактеріальної дії. Пробірки без виявленого росту, але який з'явився після перепосіву на тверде живильне середовище, вважають розбавленням, яке зупиняє розвиток і розмноження бактерій (бактеріостатична дія). Розбавлення, в якому не було росту ні в пробірках, ні в перепосівах, вважають розбавленням з бактерицидним ефектом (посіяні бактерії знищені розчином меду).

Ця методика має низку недоліків. По-перше, у ній для визначення антибактеріальної активності меду використовують його розчини у живильному середовищі 1:5 і більше, не враховуючи важливість дослідження розчинів менших значень (від 1:1 до 1:4), що виключає можливість дослідження меду ботанічного походження, який має низьку антимікробну активність. По-друге, у наведеній методиці мед стерилізують, що відбувається за температури понад 38°C, коли починаються незворотні зміни у хімічній будові речовин у складі меду. Це може вплинути на рівень його антибактеріальної активності. По-третє, візуальний контроль ступеня мутності рідини після витримки суміші розчину меду з культурами тест-штамів у термостаті впродовж 24 годин за 37°C перед наступним перепосівом на тверде живильне середовище недоцільно, оскільки помутніння цієї суміші через розвиток мікроорганізмів об'єктивно неможливо виявити через візуальне спостереження, бо сам розчин меду має деякий рівень мутності.

За розробленою нами методикою, визначення антибактеріальної активності меду здійснюють таким чином: на першому етапі готують м'ясо-пептоний

бульйон (МПБ) за стандартною методикою. На другому етапі готують розчини меду різного ступеня (1:1, 1:2, 1:3, 1:4 1:5, 1:10, 1:20, 1:40, 1:80, 1:160) у м'ясо-пептонному бульйоні з наважками по 1,0 г досліджуваного меду (під час приготування розведення 1:1, загальний об'єм суміші доводиться м'ясо-пептонним бульйоном до 2 мл). Готують також контрольну пробірку. Як мед, антибактеріальну активність якого визначають, використовують мед, що зберігався за температури, яка не перевищувала 37°C, та не піддавався дії хімічних речовин. Отримані розчини розливають у стерильні пробірки по 2 мл в послідовності зростання їхньої концентрацій. Далі вміст кожної пробірки засівають однією краплею суспензії 18-годинної культури відповідного тест-штаму. У контрольну пробірку додають 2 мл бульйону і 1 краплю 18-годинної культури тест-штаму мікроорганізму з розведенням м'ясо-пептонним бульйоном до 10^5 – 10^6 м.т./мл. Усі пробірки інкубують за 37°C впродовж 24 годин.

Наступний етап – перепосів вмісту кожної окремої пробірки газonom на поживне середовище у чашках Петрі та інкубація впродовж 24 годин у термостаті за 37°C. Оцінювання результатів проводять відповідно до росту колоній тест-штаму на поверхнях живильного середовища, водночас: перепосіви, в яких не виявляється росту колоній, вважають пригніченими розчином меду із бактерицидними властивостями; перепосіви з виявленим слабким ростом бактерій (за кількості колоній від 1 до 10) вважають пригніченими розчином меду з помірними бактериостатичними властивостями; перепосіви з виявленим помірним ростом бактерій (за кількості колоній від 11 до 100) вважають пригніченими розчином меду із слабкими бактериостатичними властивостями; перепосіви з виявленим інтенсивним ростом бактерій (за кількості колоній більше 101) вважають утвореними розчином меду без антибактеріальної дії. Ця методика адаптована нами до п'яти бактерій – *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella typhimurium* та *Staphylococcus aureus* і захищена деклараційними патентами на модель та на винахід.

За розробленою методикою нами були досліджені бактерицидні і бактериостатичні властивості ріпакового меду.

Найвищу бактерицидність ріпаковий мед проявляє до *Proteus vulgaris* та *Escherichia coli* (табл. 3.1). Він зупиняє ріст цих бактерій у розведенні майже 1:4 та 1:3, відповідно. Це грам-негативні факультативні паличкоподібні анаеробні бактерії, які не утворюють спор. Вони представники умовно-патогенної мікрофлори кишечника людини, які за деяких умов, наприклад, за ослабленого імунітету, зумовлюють хвороби, які протікають у вигляді гастроентериту, гастриту і колієнтериту.

Різниця між бактерицидністю меду щодо *Proteus vulgaris* та *Escherichia coli* та інших тест-культур вірогідна за $p < 0,05$. Дещо нижчу стійкість за недостовірної різниці має *Klebsiella pneumoniae*, яка припиняє ріст за розведення 1:2.

Таблиця 3.1. Бактерицидні та бактеріостатичні властивості ріпакового меду, кратність розведення ($M \pm m$, $n=8$)

Тест-культура	Бактерицидність	Бактеріостатичність
<i>Proteus vulgaris</i>	3,8±0,48	5,0±0,41
<i>Escherichia coli</i>	3,0±0,58	4,0±0,58
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1,5±0,50*	2,5±0,50*
<i>Salmonella typhimurium</i>	0,8±0,25*	2,0±0,41***
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,8±0,48*	2,5±0,87*
У середньому	2,0±0,61	3,2±0,56

Примітка. *** $p < 0,001$, * $p < 0,05$.

Мед цього ботанічного походження проявляє однакову бактерицидність щодо *Salmonella typhimurium* та *Staphylococcus aureus*, зупиняючи їхній ріст лише за розведення 1:1. Це спороутворюючі бактерії. *Salmonella typhimurium* – грамнегативна патогенна бактерія, яка може тривалий час зберігатися в зовнішньому середовищі і харчових продуктах, синтезує ендотоксин, спричиняючи сальмонельози. *Staphylococcus aureus* – грам-позитивна умовно-патогенна бактерія, носіями якої є близько 20% населення. Може зберігатися на шкірних покривах і слизових оболонках верхніх дихальних шляхів. Може викликати широкий діапазон захворювань, починаючи з легких шкірних інфекцій (угрі, фурункул, флегмона, карбункул, абсцес) до смертельно небезпечних захворювань (пневмонія, менінгіт, остеомієліт, ендокардит, інфекційно-токсичний шок і сепсис) спор. У цілому середній антибактеріальний титр ріпакового меду становить 1:2.

Бактеріостатичність у середньому проявляється за розведення 1:3 і має такі ж закономірності як і бактерицидність. Тест-культури *Proteus vulgaris* та *Escherichia coli* мед пригнічує за більшого розведення – 1:5 та 1:4, відповідно. Його бактеріостатичність щодо *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhimurium* однакова та нижча (1:2 та 1:3) порівняно з *Proteus vulgaris* (різниця вірогідна за $p < 0,05$ та $p < 0,001$). Немає вірогідної різниці за цим показником між *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus*.

Отже, досліджений ріпаковий мед має бактерицидні і бактеріостатичні властивості, які проявляються за розведення 1:2 та 1:3, відповідно. Він виявляє вищу протимікробну дію щодо бактерій, які не утворюють спори для

переживання несприятливих умов, спороутворюючі бактерії менш чутливі до його дії (Лісогурська та ін., 2014, 2015, 2018; патенти № 121681, 120402, 120724, 120725, 120723, 2018).

3.4. Апімоніторинг, як чинник агроекологізації

Надмірна хімізація й виснаження ґрунтів призводять до різкого зниження родючості ґрунту (Шакалій та ін., 2020). Усвідомлення зростаючої екологічної загрози через інтенсивне ведення землеробства вимагає впровадження альтернативної моделі господарювання, що дасть змогу відтворити родючість ґрунтів, сприятиме розвитку сільських територій та підвищенню ефективності і прибутковості сільського виробництва. В цьому випадку важливим кроком має стати саме екологізація сільського господарства. Вирощування екологічно чистих сільськогосподарських культур – це досить складний процес, який неможливий без внесення органічних добрив, дотримання належної сівозміни культур, використання рослинних решток, бобових рослин задля підвищення родючості та поліпшення структури ґрунтів. За впровадження екологічно чистого виробництва у сільському господарстві суб'єкти підприємницької діяльності зобов'язанні дотримуватися принципу інтегрального запобігання утворенню забруднюючих речовин і джерел їхнього виникнення, а також системного введення комплексних технічних, технологічних, організаційних, економічних, управлінських, правових та інших заходів з метою виробництва необхідних обсягів продукції встановленої якості за мінімальних витрат матеріальних ресурсів і мінімального негативного впливу на довкілля (Стружевська, 2019).

Екологічна орієнтація національної агросфери повинна бути одним із основних напрямів економічних перетворень країни, для виконання якого мають бути використані як адміністративні, так і економічні методи. Водночас основними напрямками агроекологізації мають бути такі:

- встановлення правил ведення сільського господарства, що обмежують його негативний вплив на довкілля і не вимагають значних додаткових витрат на їхнє виконання;

- зменшення хімічного навантаження на біоценоз завдяки ефективній реалізації змішаної системи сільського господарства із застосуванням частково хімічних і переважно біологічних засобів;

- впровадження ресурсоощадних та екологічнобезпечних технологій сільськогосподарського виробництва;

- науково обґрунтоване застосування меліорації земель;

– розвиток та становлення органічного сільського господарства, що регламентується базовими стандартами Міжнародної федерації органічного сільськогосподарського руху, Стандартом Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН та Всесвітньої організації охорони здоров'я та ін.;

– сертифікація виробництва сільськогосподарської продукції за міжнародними стандартами (Назаренко і Мілевський, 2019).

Агропромисловий комплекс є винятково важливою ланкою економіки України. Головне природне багатство нашої країни – її земельні ресурси, що представлені переважно чорноземними ґрунтами з високою природною родючістю. У поєднанні з теплим кліматом вони формують високий сільськогосподарський потенціал. Але для отримання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських рослин треба застосовувати інтенсивні технології вирощування, які включають в себе внесення органічних і мінеральних добрив та пестицидів.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, в Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні зареєстровано 987 різних хімічних препаратів. Всі ці препарати поділяються на класи небезпечності: 1 клас – високонебезпечні; 2 клас – середньобезпечні; 3 клас – малонебезпечні; 4 клас – практично безпечні. Найбільше зареєстровано препаратів 3-ї групи – 566, 2-ї групи – 267, 4-ї групи – 147, а 1-ї групи – 8. Віднесення пестициду до конкретного класу небезпечності ґрунтується на принципі комплексної оцінки властивостей з урахуванням лімітуючого критерію шкідливості, тобто оцінювання здійснюється за критерієм, який визначає найбільшу небезпеку пестициду для здоров'я людини (Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні; Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур).

На сьогоднішній день, особливої актуальності набуває проблема застосування пестицидів у сільському господарстві та дослідження наслідків впливу пестицидів на природні екосистеми та здоров'я людей. Крім безпосереднього цільового призначення, пестициди чинять багатосторонній негативний вплив на біосферу, масштаб якого порівнюють з глобальними екологічними чинниками. Головна небезпека пестицидів полягає у входженні їх у біологічний колообіг, у процесі якого вони надходять в організми людини і тварин. Токсичність пестицидів визначена для всіх живих організмів, що пояснюють подібністю їхніх головних біохімічних процесів і молекулярно-біологічною організацією живого. Найвираженішу токсичну дію на людину і теплокровних тварин мають пестициди хлорорганічної і фосфорорганічної груп. Висока стійкість хлорорганічних і триазинових пестицидів до розпаду є

важливою передумовою їхньої міграції за профілем ґрунту, а також у суміжні середовища (рослини, повітря, воду), що становить небезпеку для природних біогеоценозів і, відповідно, існування людини. Тому екологічно важливо оцінити сучасний стан забруднення ґрунту екосистем залишками пестицидів. Пестициди, що потрапили на поверхню ґрунту, можуть вимиватися в глибокі горизонти та ґрунтові води, надходити у водойми з поверхневим стоком, вдруге з'являтися на поверхні ґрунту під час капілярного підняття ґрунтових вод або під час оранки з обертанням пласту, переходити в атмосферне повітря в результаті випаровування або з пилом через вітрову ерозію ґрунту, через рослини мігрувати в організм тварин і людини. Поміж основних негативних екологічних наслідків застосування пестицидів треба виділити такі:

- здатні накопичуватися у ґрунті та переноситися живими організмами за трофічним ланцюгом;
- зменшують біологічну продуктивність і нормальне функціонування ґрунтових мікробіоценозів;
- знижують інтенсивність процесів самоочищення ґрунту;
- здатні накопичуватися у річках, морях та ґрунтових водах;
- пригнічують біохімічні процеси і перешкоджають природному відновленню родючості;
- викликають втрату харчової цінності та смакових якостей сільськогосподарської продукції.

Застосування великих доз добрив може погіршити якість продукції, ґрунтових вод, що зумовлює забруднення близьких річок і водойм. Використання мінеральних добрив дало змогу деякою мірою підвищити врожайність культур, однак подальше збільшення їхніх доз уже не сприяло її зростанню, що пов'язано зі зменшенням запасів гумусу в ґрунті. Зростання врожайності неможливе без удосконалення технології внесення добрив. Безконтрольне їхнє застосування призводить до забруднення навколишнього середовища, що загрожує здоров'ю людини (Карпенко і Муравкіна, 2012).

Одним із головних завдань сучасної екології є вивчення антропогенного впливу на оточуюче середовище, пошук біологічних тестів щодо змін показників життєдіяльності і розроблення науково обґрунтованих методів збереження його цілісності та поліпшення в інтересах людства. Медоносна бджола – унікальний біоіндикатор забруднення навколишнього середовища. Дослідження останніх років показують, що бджоли та продукція бджільництва здатні селективно акумулювати деякі важкі метали, радіоактивні речовини, пестициди й інші забруднювачі. Масштаби нагромадження важких металів на території України, як токсикантів техногенного походження, на жаль зростають. Забруднення

сільськогосподарських угідь важкими металами, в основному, відбувається через шкідливі викиди промисловими підприємствами й автотранспортом в атмосферу, надходження їх з відходами тваринницьких ферм через застосування мінеральних добрив і отрутохімікатів. Найбільш небезпечними токсикантами, які мають пролонговану дію, визнані такі метали: свинець, ртуть, кадмій, миш'як, цинк, нікель, мідь та інші, що надходять у навколишнє середовище та акумулюються ґрунтами. Потім вони мігрують у природні води, поглинаються рослинами та надходять у харчові ланцюги. Токсичний вплив важких металів в організмі людини реалізується повільно і проявляється у зниженні дії функцій окремих систем та органів, імунодефіцитному стані організму, а також спричинює мутагенну, тератогенну і ембріотоксичну дії (Білоус і Купчик, 2016).

Хімічні сполуки, не властиві живій природі, які потрапляють в навколишнє середовище у вигляді газоподібних, рідких або твердих сполук, обов'язково потрапляють у вулик з нектаром, пилом, водою, смолою дерев. Їхня концентрація в бджолиному гнізді може бути у 1000–100000 разів більшою, ніж у повітрі та в 1000–10000 разів вищою, ніж у рослинах. Вченими доведено, що навіть незначна кількість шкідливих чи токсичних речовин, яка через воду, повітря, нектар або пилок медоносних рослин потрапляє до вулика та відкладається в тканинах організму та продукції бджіл, часто призводить до послаблення сили сім'ї або й до загибелі бджолиних сімей (Сенчук та ін., 2020).

Існує безліч чинників, які впливають безпосередньо на життєдіяльність і продуктивність бджолиних сімей. Отже, серйозної уваги вимагає їхнє всебічне вивчення для нівелювання можливих негативних процесів в гнізді бджіл, викликаних ними.

Виділяються три основні групи чинників: абіотичні, біотичні і антропогенні, які мають комплексний вплив на життєдіяльність бджолиних сімей (Заверуха та ін., 2006).

Абіотичні чинники є важливими умовами в бджільництві і, на жаль, не піддаються впливу людини. До цієї групи належать всі властивості неживої природи, які прямо або побічно впливають на медоносних бджіл. Поміж безлічі абіотичних чинників основну роль в бджільництві мають:

- кліматичні (сонячна радіація, світло і світловий режим, температура, вологість, атмосферні опади, вітер, атмосферний тиск тощо);

- едафічні (механічна структура і хімічний склад ґрунту, вологоємність, водний, повітряний і тепловий режим ґрунту, кислотність, вологість, газовий склад, рівень ґрунтових вод тощо);

- орографічні (рельєф, експозиція схилу, крутизна схилу, перепад висот, висота над рівнем моря).

Отже, до абіотичних чинників належать погоднокліматичні умови. Різноманітні територіальні та кліматичні особливості в процесі тривалого процесу еволюції виділили різні види і породи бджолиних, що так само позначилося на життєдіяльності та продуктивності бджіл в цілому. Також, важливим чинником, що належить до цієї групи є погодні умови. Перепади температур як в зимовий, так і в весняно-літній періоди надають істотний вплив на якісні характеристики зимостійкості і кількісні показники медової і воскової продуктивності. У літній період до негативних моментів можна віднести тривале випадання опадів у період головного медозбору, що може призвести до мінусового медового балансу пасіки. Більшість з цих умов важко піддається впливу людини або вимагає для цього занадто великих витрат. З огляду на вищезгадані чинники, слід застосовувати ті чи інші методи утримання та розведення бджолиних сімей, підбирати породи бджіл, найбільш пристосовані до місцевих умов і до відповідній системи бджільництва.

Наступна група, *біотичні чинники* – це форми впливу живих істот один на одного, тобто сукупність взаємовідносин живих організмів, а також їхній взаємовплив на середовище проживання. Медоносні бджоли постійно відчують на собі прямий або опосередкований вплив інших істот, вступають в зв'язок з представниками свого виду й інших видів – рослинами, тваринами, мікроорганізмами, залежать від них і самі на них впливають.

До групи біотичних чинників (чинники живої природи) належить вплив рослин (фітогенні чинники) і вплив тварин, мікроорганізмів, грибів (зоогенні чинники). Цю групу чинників так само не можна обійти увагою, так як продуктивність бджолиних сімей тісно взаємопов'язана з продуктивністю і наявністю медоносних ресурсів на прилеглої до місця розташування бджолиних сімей території. До біотичних чинників можна віднести внутрішні характеристики бджолиних сімей, а саме породу бджіл.

Різні природно-кліматичні умови забезпечили розвиток відмінностей між групами бджіл залежно від ареалу проживання. Крім цих показників в цій групі можна розглянути такі якісні характеристики, як сила сімей і вік бджолиної матки.

Вплив зоогенних чинників істотно позначається на життєдіяльності бджолиних сімей в цілому і бджіл зокрема. Медоносна бджола є суспільною комахою. До цієї групи чинників належать: комплекс захворювань бджіл, таких як варооз – тобто паразитування на бджолах кліща *Varroa destructor*; аскосфероз – інфекційна хвороба бджолиних сімей, викликається грибом *Ascospheara apis*; нозематоз – інвазійна хвороба, викликається спороутворюючими паразитами *Nosema apis*, *Nosema cerana*; акарапідоз – заразна хвороба дорослих бджіл, що

викликається кліщем *Acarapis woodi*, який паразитує в дихальцях бджіл і багато інших. Відомо, що великий відсоток бджолиних сімей, уражених різними захворюваннями, призводить до зниження продуктивності бджіл, зменшення сили бджолиних сімей і в кінцевому підсумку до їхньої загибелі.

Третя група чинників – *антропогенний* вплив (вплив людської діяльності), що можна розділити ще на дві підгрупи:

– опосередкований вплив (вплив на місце проживання, забруднення навколишнього середовища, зміна кормової бази бджолиних сімей);

– прямий вплив – безпосереднє втручання людини в процеси, які протікають у вулику бджіл, впровадження нових технологій утримання бджолиних сімей, розроблення лікувальних і профілактичних препаратів, що підвищують резистентність бджіл, а також стимулюючих речовин, що забезпечують збільшення їхньої продуктивності.

Антропогенний вплив можна розглядати і як негативний процес в бджільництві. Наприклад, зміна або скорочення медоносної флори, що різко знижує продуктивність бджіл, а також оброблення рослин хімічними препаратами, яка призводить їх до загибелі. Однак, позитивний аспект втручання людини можна розглядати з погляду збільшення їхньої продуктивності за допомогою зміни і нововведення різних технологій утримання бджіл, використання лікарських засобів для підтримки їхньої природної резистентності та імуномодулюючих препаратів. Розроблення нового інвентарю та обладнання.

Отже, докладне знання екологічних чинників про вплив в тій чи іншій мірі на життєдіяльність і продуктивність бджолиних сімей дасть змогу забезпечити збереження бджіл і збільшити рентабельність галузі в цілому.

Використання бджіл та їхніх продуктів як біоіндикаторів – це сучасний і перспективний напрям екологічного моніторингу. Унікальна структура цього біологічного об'єкта, його постійний зв'язок з оточуючим середовищем, фізіологічні особливості життєдіяльності і живлення бджіл дають змогу вивчити не лише тимчасові впливи забруднювачів, але й відстежити процес у часі, розрахувати залежність їхнього вмісту в продуктах бджільництва від рівня вмісту у ґрунтах, рослинах, воді, повітрі. Природа дала бджолам надійний захист – адаптивну систему з властивими їй механізмами як індивідуального, так і групового захисту. Індивідуальний захист здійснюють секреторні клітини кишечника і залози внутрішньої секреції, які продукують необхідні речовини для ізоляції чужорідних тіл, розчинення і виведення їх з організму. У личинок бджіл захисні речовини ще не виробляються, тому бджоли-годувальниці забезпечують їхнє надходження в організм з кормом. Груповий захист забезпечує збереженість бджіл як виду: це роїння, зліт бджіл із зараженого гнізда, санітарна очистка

вуликів, розвиток сімей до оптимальних розмірів, створення запасів корму і виживання за низьких температур тощо. Проте, в умовах інтенсивного техногенного забруднення природного середовища значно знижується загальна резистентність і адаптивна здатність бджіл, що веде до підвищення їхньої захворюваності, в т.ч. новими та недостатньо вивченими хворобами (Ковальчук та Федорук, 2008).

Бджоли здатні відновлювати рівновагу в біоценозах, їх використовують як об'єкти біоіндикації екологічного стану в процесі апімоніторингу. *Апімоніторинг* – екологічна оцінка навколишнього середовища з використанням медоносних бджіл – напрям, який інтенсивно розробляється. Біологічні особливості бджолої сім'ї дають змогу забезпечити контроль за станом екосистеми на території не менше 2,5 тис. га навколо кожної пасіки. Аналіз рівня життєздатності, стійкості до захворювань, наявності вад і аномалій розвитку бджіл дає змогу встановити мутагенний вплив ймовірних забруднювачів медоносної і пилконосної флори, а також джерел прополісу. Бджіл використовують під час складання карт уражених територій, ідентифікації середовища забруднення (повітря, води). Як об'єкти моніторингу використовуються особини та стази порід і популяцій медоносних бджіл, мед, обніжжя, віск, мерву, прополіс, отруту, відібрані в різні періоди розвитку бджолої сім'ї.

В процесі апімоніторингу поряд з об'єктами індикації також враховують особливості поведінки сімей, стан їхнього здоров'я, стійкість до хімічних токсикантів і полютантів, інфекційних та інвазійних захворювань, зимостійкість, рійливість, особливості росту і розвитку сімей, відтворювальні функції.

За допомогою бджіл можна визначити наявність не тільки хімічного, але і електромагнітного забруднення. Поля ЛЕП дестабілізують внутрішньо вуликовий мікроклімат. Наприклад, в гнізді сім'ї, яка перебуває під ЛЕП потужністю 500 кВ, температура підвищується по відношенню до норми на 3–7°C, концентрація CO₂ зростає в 2–6 разів (Головецький і Лосев, 2013).

Зазначимо особливості та переваги використання бджіл і продуктів їхньої життєдіяльності в апімоніторингу.

1. Пасіки повсюдно можуть бути використані як природна мережа моніторингу, оскільки бджоли працюють рівномірно в радіусі 2,5–3 км від пасіки. Результати хімічних аналізів меду, перги, обніжжя, воску, варто вважати усередненими пробами, що характеризують рівень забруднення припасічної ділянки.

2. Під час моніторингу екосистем, які займають площу в кілька квадратних кілометрів, відбір проб будь-яких зразків для отримання об'єктивної інформації призведе до значних фінансових витрат. Відбір же проб бджіл і

продуктів бджільництва не такий складний і не завдає шкоди сім'ям бджіл. Як індикатор на токсичні речовини бджоли вивчені краще за інших комах.

3. За використання бджолиних сімей як біоіндикаторів можуть виникнути такі труднощі: бджола як біомонітор не може бути використана в період припинення її льотної активності; вектор напрямку льоту бджіл змінюється в залежності від характеру медозбору; за високої чутливості до деяких хімікатів можлива поява бджіл-мутантів, що володіють стійкістю до них.

Для захисту довкілля від негативного впливу пестицидів необхідно дотримуватися всіх регламентів щодо застосування пестицидів: норм внесення, строків, способів внесення, також необхідно суворо дотримуватися застосування ГДК препарату у продукції, ґрунті, воді, робочій зоні. Більш глибоке вивчення біологічних процесів, пов'язаних з вирощуванням сільськогосподарських культур за сучасного рівня землеробства, дослідження популяційної динаміки шкідливих і корисних організмів, вдосконалення тактики боротьби за рахунок повнішого використання агротехнічного методу, стійких сортів, біологічних засобів дасть можливість скоротити застосування пестицидів і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Удосконалення економічного регулювання нераціонального застосування пестицидів водночас дасть змогу забезпечити належний рівень екологічної безпеки регіону та посилити рівень його конкурентоспроможності в національному вимірі.

РОЗДІЛ 4

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ СПОЛУКИ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ

Дослідна робота цього напрямку стосувалася дослідження біологічно активних речовин бджолиного обніжжя, зібраного з різних регіонів України за показниками: відновної здатності антиоксиданту фосфомолібденовим методом (АОА^ф), вмісту поліфенолів, фенольних кислот та флавоноїдів.

Результати дослідження АОА^ф бджолиного обніжжя фосфомолібденовим методом показали нерівномірний розподіл показників за регіонами (рис. 4.1). Так, найбільшою АОА^ф характеризувався зразок бджолиного обніжжя з м. Новограда-Волинського, а також зразок з Кіровоградської області – 348 та 338 мг ТЕАС/г відповідно.

АОА^ф із с. Вербовця становила 317 мг ТЕАС/г. Показники АОА були в діапазоні від 213 до 271 мг ТЕАС/г у зразках із м. Донецька (213 мг ТЕАС/г), с. Збраньківців (265 мг ТЕАС/г), с. Бакумівців (234 мг ТЕАС/г), с. Лавриків (247 мг ТЕАС/г), м. Кропивницького (271 мг ТЕАС/г) та смт. Врадіївки (246 мг ТЕАС/г).

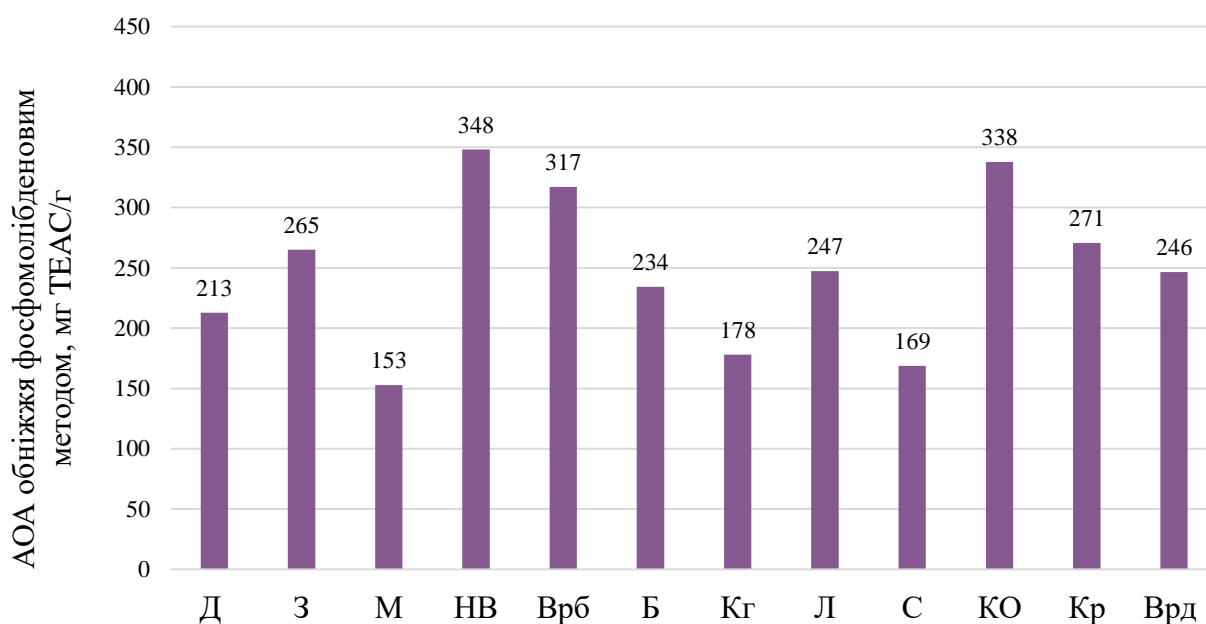


Рис. 4.1. АОА бджолиного обніжжя фосфомолібденовим методом за регіонами (Д – м. Донецьк; З – с. Збраньківці (Житомирська обл.); М – с. Мамеч (Житомирська обл.); НВ – м. Новоград-Волинський (Житомирська обл.); Врб – с. Вербовець (Івано-Франківська обл.); Б – с. Бакумівка (Київська обл.); Кг – м. Кагарлик (Київська обл.); Л – с. Лаврики (Київська обл.); С – с. Селезенівка (Київська обл.); КО – (Кіровоградська обл.); Кр – м. Кропивницький; Врд – смт. Врадіївка (Миколаївська обл.)

Ще меншими значеннями АОА^ф характеризувалися зразки бджолиного обніжжя з м. Кагарлика та с. Селезенівки – 178 та 169 мг ТЕАС/г відповідно. Найменша АОА^ф була притаманна зразкам бджолиного обніжжя із с. Мамеч (153 мг ТЕАС/г) (рис. 4.1). АОА^ф монофлорних зразків з різних регіонів відрізнялася залежно від ботанічного походження (рис. 4.2).

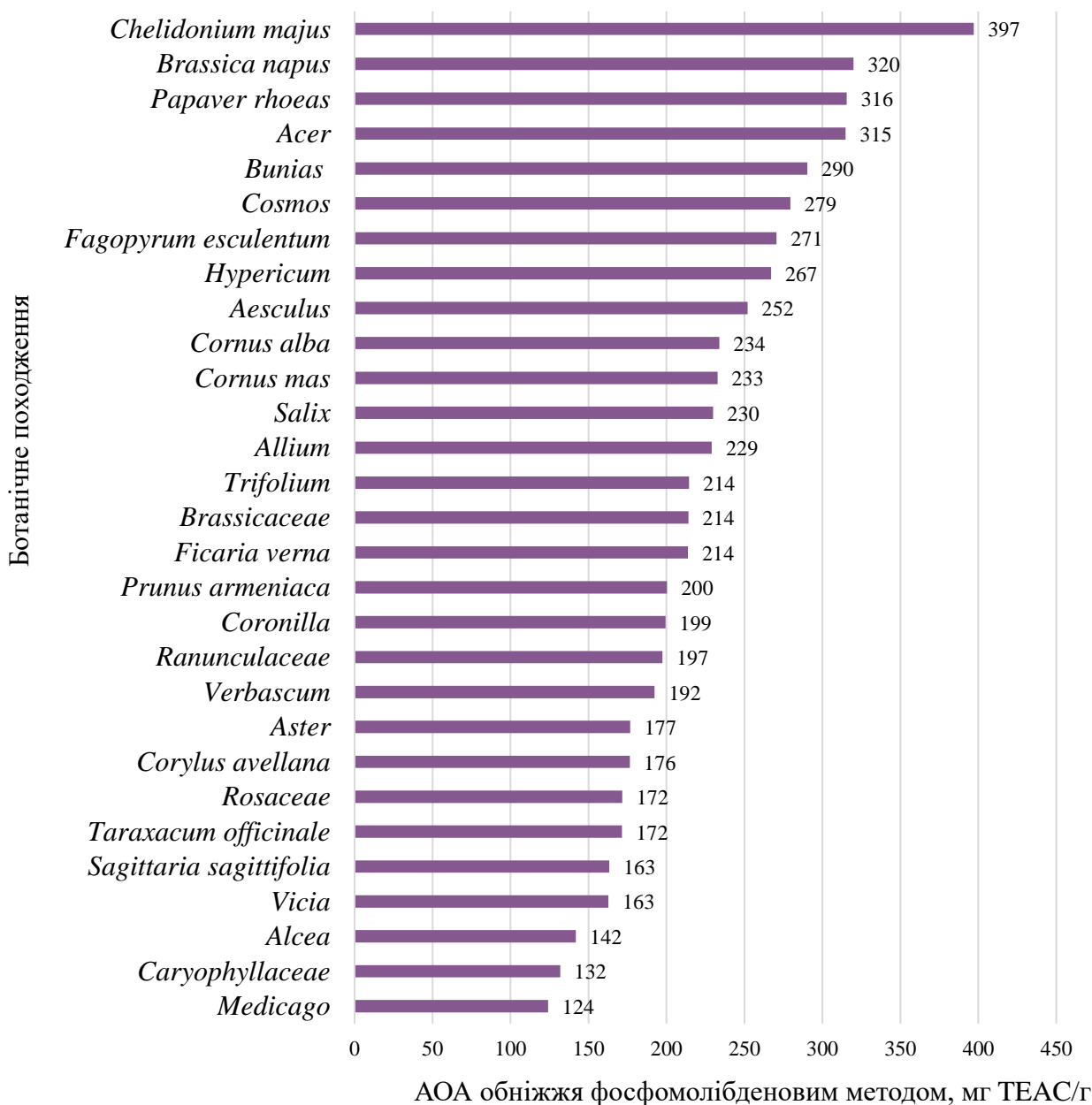


Рис. 4.2. АОА бджолиного обніжжя фосфомолібденовим методом поміж монофлорних зразків

Так, показники АОА^ф варіювали від 124 до 397 мг ТЕАС/г для бджолиного обніжжя з *Medicago* spp. та *Chelidonium majus* відповідно. Водночас

показники АОА^ф для бджолиного обніжжя з *Acer* spp., *Papaver rhoeas* та *Brassica napus* змінювалися від 315 до 320 мг ТЕАС/г.

Показники абсолютної більшості монофлорних зразків були дещо нижче за 300 та дещо вище за 150 мг ТЕАС/г. Значення АОА^ф у цьому діапазоні розподілялися на візуально помітні на графіку групи. Перша, у порядку спадання, група характеризувалася АОА^ф від 252 до 290 мг ТЕАС/г для монофлорних зразків бджолиного обніжжя з *Aesculus* spp., *Hypericum* spp., *Fagopyrum esculentum*, *Cosmos* spp. та *Bunias* spp.

Зразки бджолиного обніжжя з *Allium* spp., *Salix* spp., *Cornus mas* та *Cornus alba* мали АОА^ф у межах від 229 до 234 мг ТЕАС/г. Три зразки монофлорного бджолиного обніжжя з *Ficaria verna*, Brassicaceae та *Trifolium* spp. характеризувалися однаковою АОА^ф на рівні 214 мг ТЕАС/г. Монофлорні зразки бджолиного обніжжя з *Verbascum* spp., Ranunculaceae, *Coronilla* spp. та *Prunus armeniaca* мали АОА^ф у діапазоні від 192 до 200 мг ТЕАС/г; зразки з *Taraxacum officinale*, Rosaceae, *Corylus avellana* та *Aster* spp. – від 172 до 177 мг ТЕАС/г; а зразки з *Vicia* spp. та *Sagittaria sagittifolia* – по 163 мг ТЕАС/г. Ще менші показники АОА^ф були притаманні зразкам бджолиного обніжжя з Caryophyllaceae та *Alcea* spp. – 132 та 142 мг ТЕАС/г відповідно. Отримані дані підтверджують високу антиоксидантну активність для обніжжя з маку, яку було встановлено раніше, а також – чистотілу, ріпаку та кленів.

Дослідження вмісту поліфенолів у зразках бджолиного обніжжя виявило нерівномірний розподіл показників залежно від регіону (рис. 4.3).

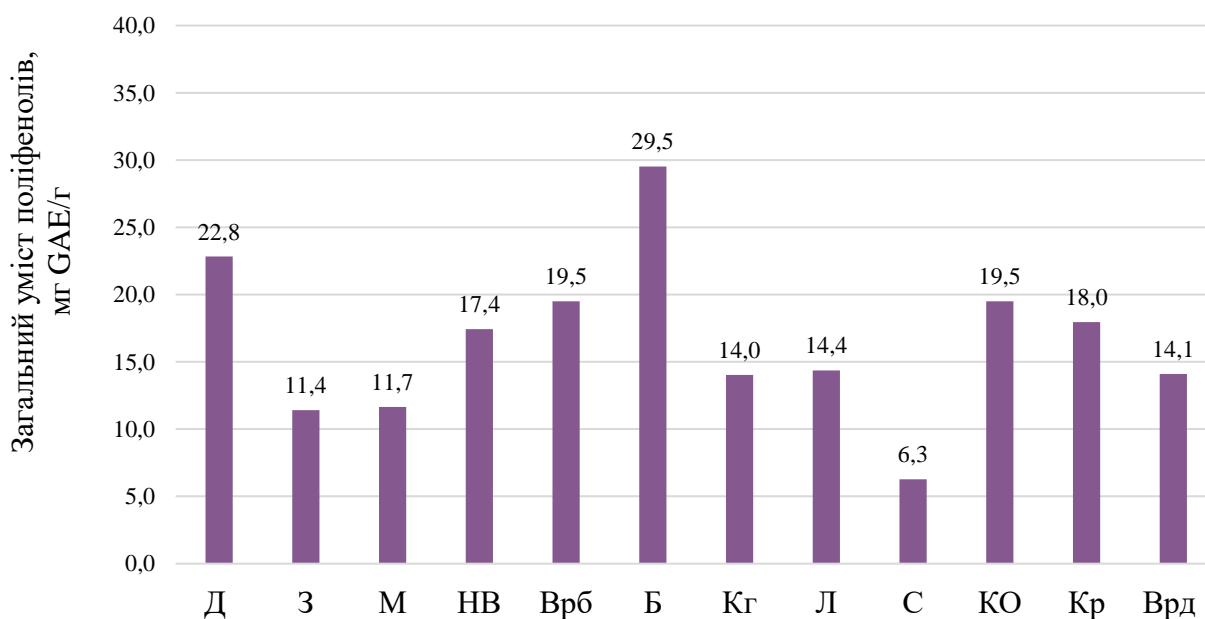


Рис. 4.3. Загальний вміст поліфенолів у зразках бджолиного обніжжя за регіонами (Д – м. Донецьк; З – с. Збраньківці (Житомирська обл.); М – с. Мамеч

(Житомирська обл.); НВ – м. Новоград-Волинський (Житомирська обл.); Врб – с. Вербовець (Івано-Франківська обл.); Б – с. Бакумівка (Київська обл.); Кз – м. Кагарлик (Київська обл.); Л – с. Лаврики (Київська обл.); С – с. Селезенівка (Київська обл.); КО – (Кіровоградська обл.); Кр – м. Кропивницький; Врд – смт. Владіївка (Миколаївська обл.)

Найбільший вміст поліфенолів було зафіксовано в зразку бджолиного обніжжя із с. Бакумівки (29,5 мг ГАЕ/г), найменший – у зразку із с. Селезенівки (6,3 мг ГАЕ/г). Порівняно високі показники вмісту поліфенолів були притаманні зразкам бджолиного обніжжя з м. Донецька (22,8 мг ГАЕ/г), с. Вербовець (19,5 мг ГАЕ/г), обох зразків із Кіровоградської області (19,5 мг ГАЕ/г і 18,0 мг ГАЕ/г) та м. Новограда-Волинського (17,4 мг ГАЕ/г).

Вміст поліфенолів на рівні біля 14 мг ГАЕ/г був притаманний зразкам бджолиного обніжжя із м. Кагарлика (14,0 мг ГАЕ/г), смт. Владіївки (14,1 мг ГАЕ/г) та с. Лавриків (14,4 мг ГАЕ/г). Водночас зразки бджолиного обніжжя із с. Збраньківці та с. Мамеч Житомирської області характеризувалися показниками 11,4 та 11,7 мг ГАЕ/г відповідно (рис. 5.41).

Показники вмісту поліфенолів для монофлорних зразків бджолиного обніжжя змінювалися від 5,7 до 33,8 мг ГАЕ/г для зразків із *Medicago* spp. та *Salix* spp. відповідно (рис. 4.4). Водночас обидва монофлорні зразки з *Acer* spp. та *Cornus mas* характеризувалися вмістом поліфенолів на рівні 32,9 мг ГАЕ/г. Від 27,7 до 28,8 мг ГАЕ/г змінювалися показники вмісту фенолів для зразків бджолиного обніжжя з Brassicaceae, *Ficaria verna* та *Prunus armeniaca*. Так само показники вмісту поліфенолів у зразках бджолиного обніжжя з *Brassica napus* та *Corylus avellana* становили біля 25,0 мг ГАЕ/г. Ще менше поліфенолів уміщували зразки бджолиного обніжжя з *Bunias* spp. (21,2 мг ГАЕ/г), Ranunculaceae (22,0 мг ГАЕ/г) та *Taraxacum officinale* (22,6 мг ГАЕ/г). Показники вмісту поліфенолів для зразків бджолиного обніжжя з *Papaver rhoeas*, *Alcea* spp., *Verbascum* spp. та *Fagopyrum esculentum* знаходилися в діапазоні між 16,7 та 18,0 мг ГАЕ/г.

Деяко менше 15,0 мг ГАЕ/г містили зразки бджолиного обніжжя з *Vicia* spp., *Sagittaria sagittifolia* та *Hypericum* spp. Для зразків бджолиного обніжжя з *Trifolium* spp., *Chelidonium majus*, Rosaceae, *Aster* spp., Caryophyllaceae, *Cornus alba*, *Cosmos* spp. та *Coronilla* spp. показники вмісту поліфенолів знаходилися в діапазоні між 8,9 та 11,9 мг ГАЕ/г.

Види *Aesculus* spp. та *Allium* spp., як ботанічне джерело для зразків бджолиного обніжжя, продукували порівняно низький вміст поліфенолів на рівні 7,4 та 7,7 мг ГАЕ/г відповідно (рис. 4.4).

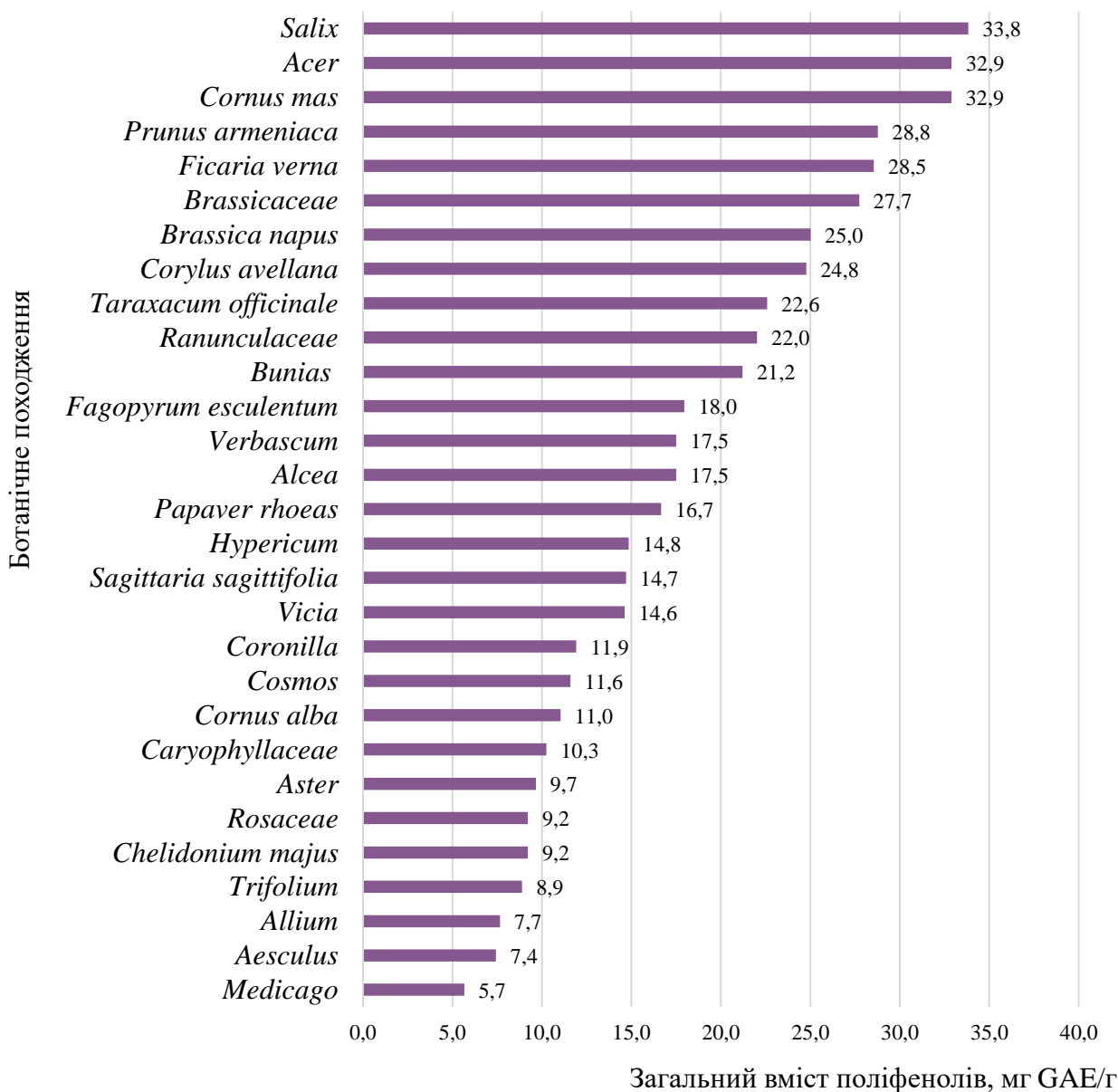


Рис. 4.4. Загальний вміст поліфенолів у монофлорних зразках бджолиного обніжжя

Подібно до результатів дослідження загального вмісту поліфенолів, аналіз зразків бджолиного обніжжя щодо визначення кількості флавоноїдів виявив максимальні значення для зразка із с. Бакумівки – 23,0 мг QE/г (рис. 4.5). Дещо нижчі показники вмісту флавоноїдів було виявлено у зразках бджолиного обніжжя з м. Донецька (18,6 мг QE/г), с. Вербовець (17,1 мг QE/г) та м. Новограда-Волинського (15,1 мг QE/г).

Для бджолиного обніжжя з обох зразків із Кіровоградської області, с. Лаврики, с. Збраньківці та смт. Врадіївки було зафіксовано показники, вповнину більші за попередні, що коливалися в діапазоні між 5,7 та 9,3 мг QE/г. Бджолине обніжжя з м. Кагарлика містило 2,5 мг QE/г флавоноїдів, а показники

вмісту флавоноїдів для бджолиного обніжжя із с. Селезенівки та с. Мамеч становили 1,6 та 1,5 мг QE/г відповідно.

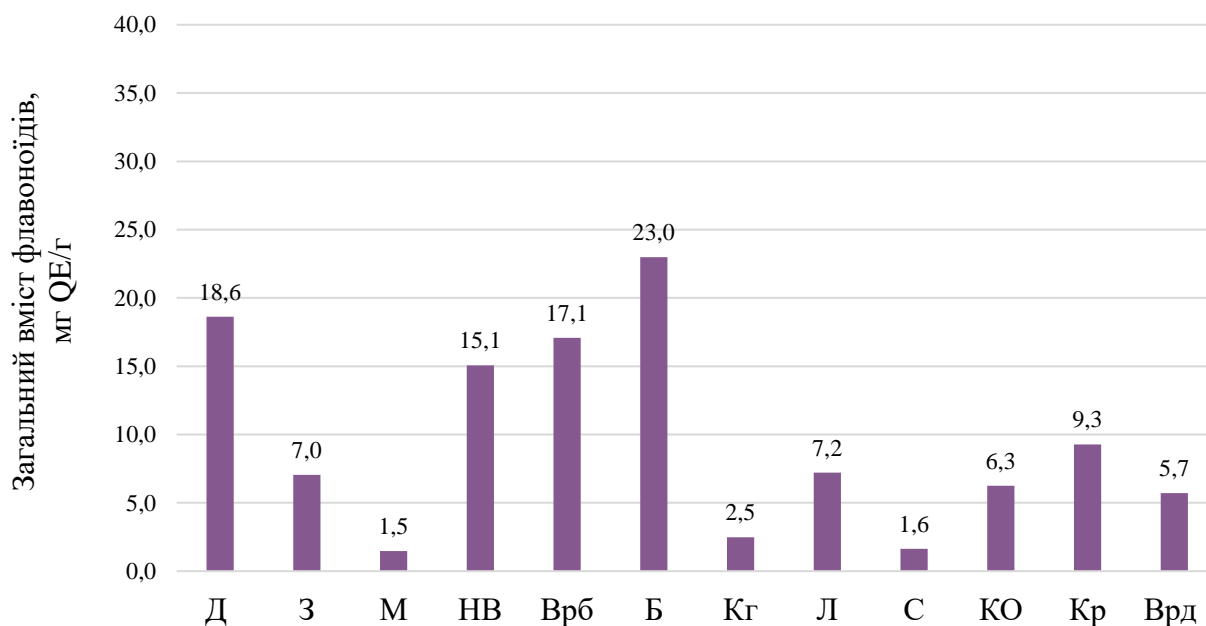


Рис. 4.5. Загальний вміст флавоноїдів у зразках бджолиного обніжжя за регіонами (Д – м. Донецьк; З – с. Збраньківці (Житомирська обл.); М – с. Мамеч (Житомирська обл.); НВ – м. Новоград-Волинський (Житомирська обл.); Врб – с. Вербовець (Івано-Франківська обл.); Б – с. Бакумівка (Київська обл.); Кг – м. Кагарлик (Київська обл.); Л – с. Лаврики (Київська обл.); С – с. Селезенівка (Київська обл.); КО – (Кіровоградська обл.); Кр – м. Кропивницький; Врд – смт. Врадіївка (Миколаївська обл.)

Загальний вміст флавоноїдів монофлорних зразків із різних регіонів відрізнялася залежно від ботанічного походження бджолиного обніжжя (рис. 4.6). Так, показники варіювали від 0,3 до 34,8 мг QE /г для бджолиного обніжжя з *Rosaceae* та *Acer spp.* відповідно. Водночас показники вмісту флавоноїдів для бджолиного обніжжя з *Corylus avellana* та *Salix spp.* становили 22,5 та 22,8 мг QE/г. Показники вмісту флавоноїдів для бджолиного обніжжя з *Prunus armeniaca*, *Vunias spp.*, *Ficaria verna*, *Taraxacum officinale* та *Cornus mas* змінювалися від 15,5 до 19,2 мг QE/г.

Три зразки монофлорного бджолиного обніжжя з *Paraver rhoeas*, *Brassica napus* та *Ranunculaceae* характеризувалися вмістом флавоноїдів у діапазоні між 12,9 та 14,0 мг QE/г (рис. 4.6). Ще менше флавоноїдів містили монофлорні зразки бджолиного обніжжя з *Fagopyrum esculentum*, *Cosmos spp.* та *Chelidonium majus*, а їхні показники змінювалися від 9,3 до 10,4 мг QE/г.

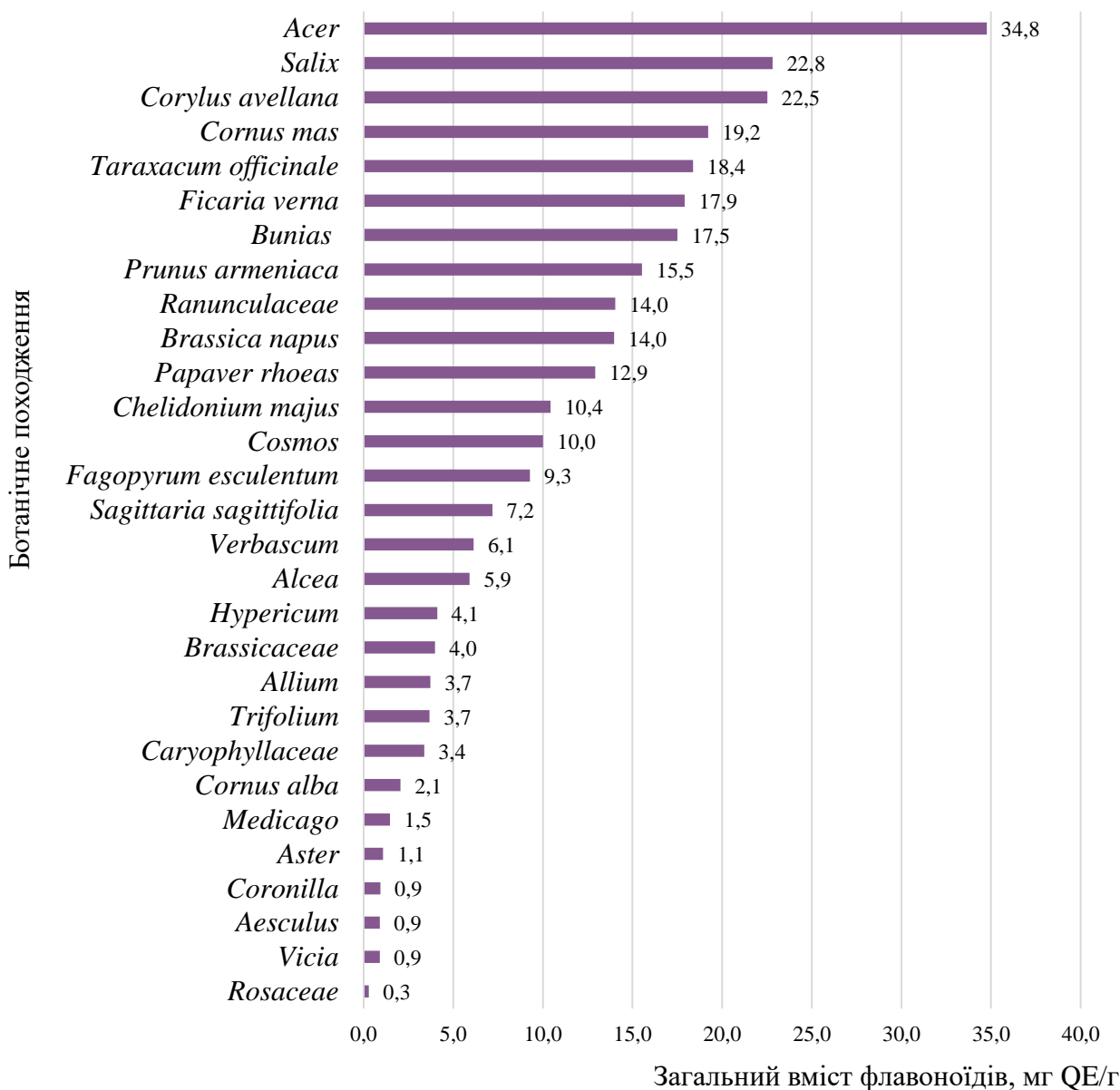


Рис. 4.6. Загальний вміст флавоноїдів у монофлорних зразках бджолиного обніжжя

Монофлорні зразки бджолиного обніжжя з *Alcea* spp., *Verbascum* spp. та *Sagittaria sagittifolia* характеризувалися вмістом флавоноїдів у діапазоні від 5,9 до 7,2 мг QE/г. Показники вмісту флавоноїдів для зразків із *Caryophyllaceae*, *Trifolium* spp., *Allium* spp., *Brassicaceae* та *Hypericum* spp. змінювалися від 3,4 до 4,1 мг QE/г, а для зразків з *Vicia* spp., *Aesculus* spp., *Coronilla* spp., *Aster* spp., *Medicago* spp. та *Cornus alba* – від 0,9 до 2,1 мг QE/г (рис. 4.6).

Дослідження вмісту фенольних кислот у зразках бджолиного обніжжя також показало нерівномірний розподіл показників залежно від регіону (рис. 4.7).

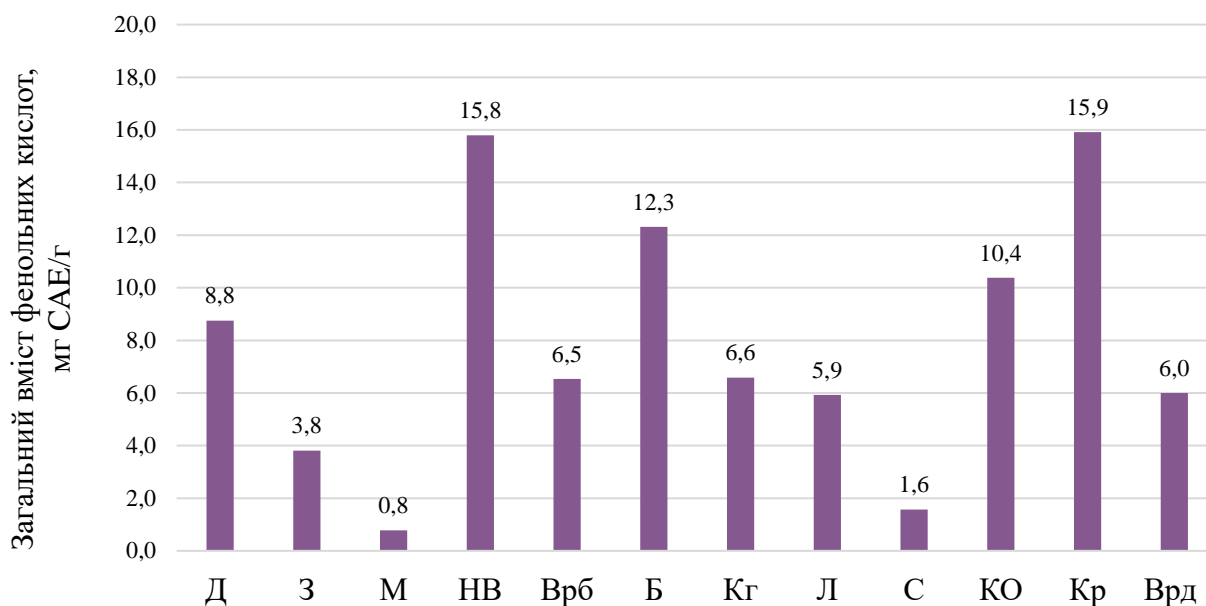


Рис. 4.7. Загальний вміст фенольних кислот у зразках бджолиного обніжжя за регіонами (Д – м. Донецьк; З – с. Збраньківці (Житомирська обл.); М – с. Мамеч (Житомирська обл.); НВ – м. Новограда-Волинський (Житомирська обл.); Врб – с. Вербовець (Івано-Франківська обл.); Б – с. Бакумівка (Київська обл.); Кг – м. Кагарлик (Київська обл.); Л – с. Лаврики (Київська обл.); С – с. Селезенівка (Київська обл.); КО – (Кіровоградська обл.); Кр – м. Кропивницький; Врд – смт. Врадіївка (Миколаївська обл.)

Найбільший вміст фенольних кислот було зафіксовано в зразках бджолиного обніжжя із м. Кропивницького та м. Новоград-Волинського – 15,9 та 15,8 мг САЕ/г, найменший – у зразку з с. Мамеч (0,8 мг САЕ/г). Порівняно високі показники вмісту фенольних кислот були притаманні зразкам бджолиного обніжжя з с. Бакумівки (12,3 мг САЕ/г), Кіровоградської області (10,4 мг САЕ/г) та м. Донецька (8,8 мг САЕ/г). Вміст фенольних кислот на рівні 5,9–6,6 мг САЕ/г був притаманний зразкам бджолиного обніжжя з с. Лаврики, с. Вербовець, смт. Врадіївки та м. Кагарлика. Водночас зразок бджолиного обніжжя з с. Збраньківці характеризувався показником вмісту фенольних кислот на рівні 3,8 мг САЕ/г. У зразку з с. Селезенівки було зафіксовано вміст фенольних кислот на рівні 1,6 мг САЕ/г.

Показники вмісту фенольних кислот для зразків із різних регіонів відрізнялася залежно від ботанічного походження бджолиного обніжжя (рис. 4.8). Вміст фенольних кислот варіював від 0,6 мг САЕ/г для бджолиного обніжжя з *Aster spp.* та 0,7 мг САЕ/г для обніжжя з *Medicago spp.* до 17,4 мг САЕ/г для бджолиного обніжжя з *Acer spp.*

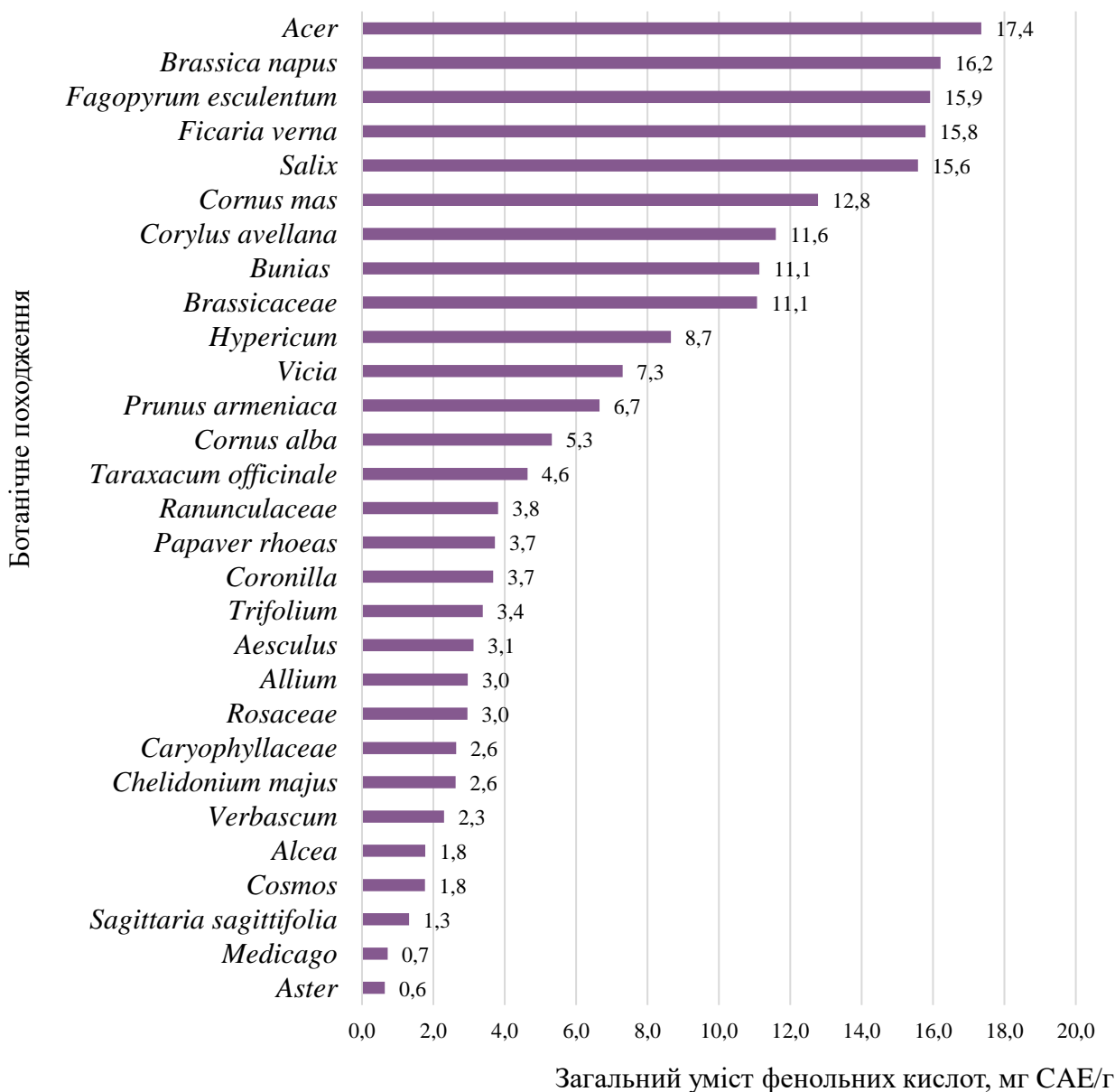


Рис. 4.8. Загальний вміст фенольних кислот у монофлорних зразках бджолиного обніжжя

Деяко нижчі показники вмісту фенольних кислот були притаманні монофлорним зразкам бджолиного обніжжя із *Salix* spp. (15,6 мг САЕ/г), *Ficaria verna* (15,8 мг САЕ/г), *Fagopyrum esculentum* (15,9 мг САЕ/г) та *Brassica napus* (16,2 мг САЕ/г). Вміст фенольних кислот у зразках бджолиного обніжжя з *Brassicaceae*, *Bunias* spp., *Corylus avellana* та *Cornus mas* варіювали в діапазоні від 11,1 до 12,8 мг САЕ/г. Зразки бджолиного обніжжя з *Taraxacum officinale*, *Cornus alba*, *Prunus armeniaca*, *Vicia* spp. та *Hypericum* spp. характеризувалися вмістом фенольних кислот на рівні 4,6–8,7 мг САЕ/г. Решта показників монофлорних зразків бджолиного обніжжя знаходилися в діапазоні між 1,3 та 3,8 мг САЕ/г.

Отже, результати дослідження бджолиного обніжжя за регіонами виявили найбільше значення АОА для зразка з м. Новограда-Волинського – 348 мг ТЕАС/г та найменше значення для зразка із с. Мамеч – 153 мг ТЕАС/г (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. Регіональний розподіл показників АОА^Ф та загального вмісту поліфенолів, флавоноїдів, фенольних кислот поміж зразків бджолиного обніжжя

Населений пункт	АОА ^Ф , мг ТЕАС/г	Поліфеноли, мг GAE/г	Флавоноїди, мг QE/г	Фенольні кислоти, мг CAE/г
Донецьк	213	22,8	18,6	8,8
Збраньківці	265	11,4	7,0	3,8
Мамеч	153	11,7	1,5	0,8
Новоград-Волинський	348	17,4	15,1	15,8
Вербовець	317	19,5	17,1	6,5
Бакумівка	234	29,5	23,0	12,3
Кагарлик	178	14,0	2,5	6,6
Лаврики	247	14,4	7,2	5,9
Селезенівка	169	6,3	1,6	1,6
Кіровоградська обл.	338	19,5	6,3	10,4
Кропивницький	271	18,0	9,3	15,9
Врадіївка	246	14,1	5,7	6,0

Водночас монофлорні зразки бджолиного обніжжя характеризувалися різною АОА: найбільші показники АОА фосфомолібденовим методом було зафіксовано для *Chelidonium majus* (397 мг ТЕАС/г), а найменші – для *Medicago* spp. (124 мг ТЕАС/г) (табл. 4.2). Загальний вміст поліфенолів за регіонами змінювався в межах від 6,3 мг GAE/г для зразка із с. Селезенівка до 29,5 мг GAE/г – зразка із с. Бакумівка.

Показники вмісту поліфенолів поміж монофлорних зразків бджолиного обніжжя характеризувалися найбільшими значеннями для *Salix* spp., *Acer* spp. та *Cornus mas* – у діапазоні 32,9–33,8 мг GAE/г. Найменші значення вмісту поліфенолів для монофлорних зразків бджолиного обніжжя було зафіксовано для *Medicago* spp. (5,7 мг GAE/г). Показники вмісту флавоноїдів поміж зразків бджолиного обніжжя змінювалися від 1,5 мг QE/г для зразка з с. Мамеч та 1,6 мг QE/г – зразка з с. Селезенівка до 23,0 мг QE/г – зразка з с. Бакумівка.

Водночас дослідження загального вмісту флавоноїдів у монофлорних зразках бджолиного обніжжя виявило найменші значення для бджолиного обніжжя з *Rosaceae* (0,3 мг QE/г) та найбільші – для обніжжя з *Acer* spp. (34,8 мг QE/г).

Таблиця 4.2. Розподіл показників АОА^Ф та загального вмісту поліфенолів, флавоноїдів, фенольних кислот поміж монофлорних зразків бджолиного обніжжя

Ботанічне джерело	АОА ^Ф	Поліфеноли	Флавоноїди	Фенольні кислоти
<i>Acer</i>	315	32,9	34,8	17,4
<i>Aesculus</i>	252	7,4	0,9	3,1
<i>Alcea</i>	142	17,5	5,9	1,8
<i>Allium</i>	229	7,7	3,7	3,0
<i>Aster</i>	177	9,7	1,1	0,6
<i>Brassica napus</i>	320	25,0	14,0	16,2
Brassicaceae	214	27,7	4,0	11,1
<i>Bunias</i>	290	21,2	17,5	11,1
Caryophyllaceae	132	10,3	3,4	2,6
<i>Chelidonium majus</i>	397	9,2	10,4	2,6
<i>Cornus alba</i>	234	11,0	2,1	5,3
<i>Cornus mas</i>	233	32,9	19,2	12,8
<i>Coronilla</i>	199	11,9	0,9	3,7
<i>Corylus avellana</i>	176	24,8	22,5	11,6
<i>Cosmos</i>	279	11,6	10,0	1,8
<i>Fagopyrum esculentum</i>	271	18,0	9,3	15,9
<i>Ficaria verna</i>	214	28,5	17,9	15,8
<i>Hypericum</i>	267	14,8	4,1	8,7
<i>Medicago</i>	124	5,7	1,5	0,7
<i>Papaver rhoeas</i>	316	16,7	12,9	3,7
<i>Prunus armeniaca</i>	200	28,8	15,5	6,7
Ranunculaceae	197	22,0	14,0	3,8
Rosaceae	172	9,2	0,3	3,0
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	163	14,7	7,2	1,3
<i>Salix</i>	230	33,8	22,8	15,6
<i>Taraxacum officinale</i>	172	22,6	18,4	4,6
<i>Trifolium</i>	214	8,9	3,7	3,4
<i>Verbascum</i>	192	17,5	6,1	2,3
<i>Vicia</i>	163	14,6	0,9	7,3

Загальний вміст фенольних кислот за регіонами змінювався в межах від 0,8 мг САЕ/г для зразка з с. Мамеч до 15,8 мг САЕ/г – зразка з м. Новоград-Волинський та 15,9 мг САЕ/г – зразка з м. Кропивницький. Показники вмісту фенольних кислот поміж монофлорних зразків бджолиного обніжжя характеризувалися найбільшими значеннями для зразків з *Acer* spp. – 17,4 мг САЕ/г. Найменші значення вмісту фенольних кислот для монофлорних зразків бджолиного обніжжя було зафіксовано для *Medicago* spp. (0,7 мг САЕ/г) та *Aster* spp. (0,6 мг САЕ/г).

РОЗДІЛ 5 БЕЗПЕЧНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ МЕДУ

5.1. Ботанічна та географічна ідентифікації українських медів

Зважаючи на флористичне біорізноманіття та значні обсяги виробництва меду в усіх природно-кліматичних умовах України, під час переробки та реалізації меду, крім його ботанічної ідентифікації є необхідність застосовувати й географічну. Це дасть можливість правильно підібрати та застосувати процеси технологічної обробки, що сприятиме продовженню терміну зберігання та збереженню корисних властивостей готового продукту. Також географічна ідентифікація дає змогу розширити асортимент та вирішити одну з проблем виробництва меду – монотиповість – через виробництво 90% соняшникового меду.

Співпраця та консультування з виробниками та громадськими професійними спілками дала змогу узгоджено з ними прийняти рішення щодо присвоєння географічних зазначень відповідно до етнографічних регіонів України. Дослідивши історично-етнографічних регіони, визначили 15-ть сталих назв, які збереглися донині, це: Середня Наддніпрянина, Полісся, Волинь, Поділля, Галичина, Підкарпатська Русь (Підкарпатська Україна), Буковина, Покуття, Південна Бессарабія, Таврія, Крим, Запорізька Січ, Донщина, Слобожанщина і Сіверщина.

Наразі досліджено меди Північної Бессарабії та Українських Карпат.

Дослідження меду з Українських Карпат проводили на оригінальних сортах, отриманих з пасік ФОП Папп Віктор Васильович, торговельної марки «Мед Карпат» у 2020 році. Ці пасіки є племінними та обмежені в доступі для різних антропологічних чинників, що забезпечило мінімізацію контамінації та впливу на якість меду, який одержували впродовж одного активного медозбірного сезону. Передані зразки меду було ідентифіковано виробником, як яфін-мед з карпатських гір зразок № 2002, «Високогірний збір» зразок № 2003, «Першоквітний» зразок №2004; «Мед Вейріха» зразок № 2005, «Дикий мед» зразок № 2006, «Травневий збір» зразок № 2009.

У результаті проведення мелісопалінологічного аналізу шести зразків, виявили 113 морфотипів пилкових зерен, що належали до 43 родин. Поміж них 99 типів пилку належало ентомофільним рослинам, а 14 типів – анемофільним (табл. 5.1, 5.2). Визначення анемофільних рослин є найважливішим під час визначення географічного зазначення, так як ці зерна потрапляють з повітряної суміші регіону.

Таблиця 5.1. Перелік морфотипів пилоквих зерен анемофільних рослин, ідентифікованих у меді з Українських Карпатах

Вид/рід рослин	Родина	Форма
<i>Sambucus nigra</i> , <i>S. racemosa</i> , <i>Viburnum opulus</i>	<i>Adoxaceae</i>	Ч/Д
<i>Chenopodium</i> spp.	<i>Amaranthaceae</i>	Т
<i>Rhus</i> spp.	<i>Anacardiaceae</i>	Д
<i>Alnus incana</i>	<i>Betulaceae</i>	Д
<i>Corylus avellana</i>	<i>Betulaceae</i>	Ч
<i>Atriplex tatarica</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	Т
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulaceae</i>	Т
<i>Quercus</i> spp., <i>Fagus</i> spp.	<i>Fagaceae</i>	Д
–	<i>Pinaceae</i>	Д
–	<i>Poaceae</i>	Т
<i>Rumex</i> spp.	<i>Polygonaceae</i>	Т

Примітка. Д – дерева; Ч – чагарники; Т – трав'яниста рослинність

Таблиця 5.2. Перелік морфотипів пилоквих зерен ентомофільних рослин, ідентифікованих у меді з Українських Карпат

Вид/рід рослин	Родина	Форма
1	2	3
<i>Angelica archangelica</i>	<i>Apiaceae</i>	Т
<i>Achillea schurii</i> , <i>Antennaria dioica</i> , <i>Arnica montana</i> , <i>Artemisia</i> spp., <i>Bellis perennis</i> , <i>Carduus pycnocephalus</i> , <i>C. carpatica</i> , <i>C. jacea</i> , <i>C. marmarosiensis</i> , <i>Cichorium intybus</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Cirsium waldsteini</i> , <i>Doronicum hungaricum</i> , <i>Erigeron acer</i> , <i>Erigeron canadensis</i> , <i>Gnaphalium norvegicum</i> , <i>Hieracium atrellum</i> , <i>H. wimmeri</i> , <i>Leontodon repens</i> , <i>Petasites hybridus</i> , <i>Senecio vulgaris</i> , <i>Solidago canadensis</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Tussilago farfara</i>	<i>Asteraceae</i>	Т
<i>Impatiens glandulifera</i>	<i>Balsaminaceae</i>	Т
<i>Anchusa azurea</i> , <i>Cynoglossum officinale</i> , <i>Nonea</i> spp.	<i>Boraginaceae</i>	Т
<i>Alyssum hirsutum</i> , <i>Barbarea vulgaris</i> , <i>Dentaria glandulosa</i>	<i>Brassicaceae</i>	Т
<i>Campanula glomerata</i> , <i>C. patula</i>	<i>Campanulaceae</i>	Т
<i>Cerastium fontanum</i> , <i>Dianthus tenuifolius</i> , <i>Silene dichotoma</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	Т
<i>Euonymus</i> spp.	<i>Celastraceae</i>	Ч
<i>Cornus mas</i>	<i>Cornaceae</i>	Ч/Д
<i>Sedum</i> spp.	<i>Crassulaceae</i>	Т/Ч
<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Ericaceae</i>	Ч
<i>Caragana arborescens</i>	<i>Fabaceae</i>	Ч/Д
<i>Gleditsia triacanthos</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Fabaceae</i>	Д
<i>Amorpha fruticosa</i> , <i>Astragalus glycyphyllos</i> , <i>Hedysarum hedysaroides</i> , <i>Lathyrus rotundifolius</i> , <i>Melilotus officinalis</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Vicia cracca</i>	<i>Fabaceae</i>	Т
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	<i>Gentianaceae</i>	Т
<i>Ribes rubrum</i>	<i>Grossulariaceae</i>	Ч

1	2	3
<i>Hypericum perforatum</i>	Hypericaceae	Т
<i>Iris spp.</i>	Iridaceae	Т
<i>Salvia verticillata, Thymus serpyllum</i>	Lamiaceae	Ч
<i>Acinos alpinus, Ajuga reptans, Galeopsis spp., Lamium galeobdolon, Marrubium vulgare, Origanum vulgare, Thymus alternans</i>	Lamiaceae	Т
<i>Althaea officinalis</i>	Malvaceae	Т
<i>Tilia europaea</i>	Malvaceae	Д
<i>Epilobium angustifolium</i>	Onagraceae	Т
<i>Euphrasia rostkoviana, Melampyrum sylvaticum</i>	Orobanchaceae	Т
<i>Chelidonium majus</i>	Papaveraceae	Т
<i>Veronica baumgartenii</i>	Plantaginaceae	Т
<i>Persicaria weyrichii</i>	Polygonaceae	Т
<i>Androsace lactea, Lysimachia nemorum, Lysimachia vulgaris, Primula poloninensis</i>	Primulaceae	Т
<i>Anemone spp., Aquilegia nigricans, Caltha palustris, Ficaria verna, Helleborus spp.</i>	Ranunculaceae	Т
<i>Frangula alnus</i>	Rhamnaceae	Ч
<i>Crataegus monogyna, Rosa acicularis, Rubus fruticosus, R. idaeus</i>	Rosaceae	Ч
<i>Fragaria vesca, Potentilla argentea</i>	Rosaceae	Т
<i>Cruciata laevipes, Galium odoratum</i>	Rubiaceae	Т
<i>Salix alba, S. caprea</i>	Salicaceae	Ч/Д
<i>Scrophularia nodosa</i>	Scrophulariaceae	Т
<i>Lycium barbarum</i>	Solanaceae	Ч
<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae	Т
<i>Viola odorata, V. tricolor</i>	Violaceae	Т

Примітка. Д – дерева; Ч – чагарники; Т – трав'яниста рослинність


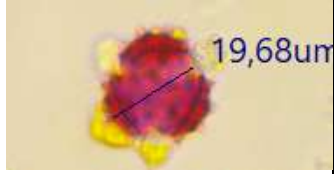
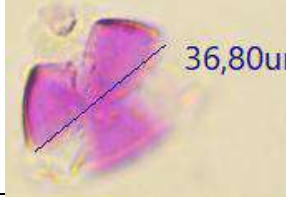
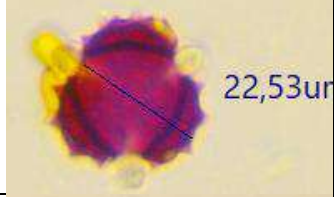
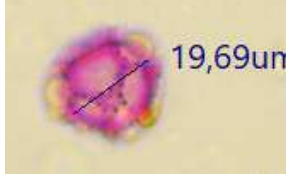
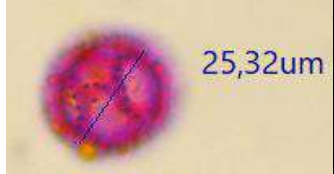



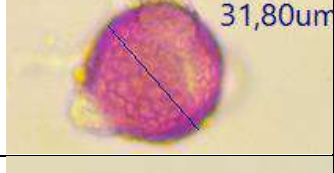

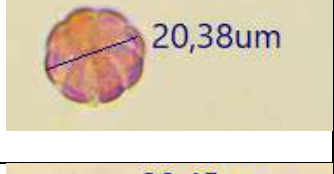
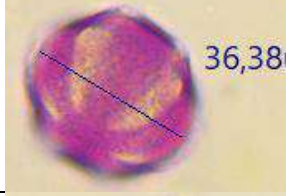
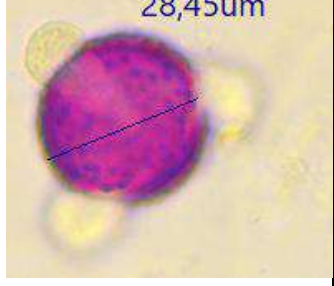

Визначено, що пилковий профіль меду з Українських Карпат складається із 83 трав'янистих видів рослин та 30 чагарників і дерев. З них виокремили 15 морфотипів пилку, які належали ендемічним рослинам Карпат. Таке співвідношення може в подальшому бути одним із критеріїв специфікації сортів меду з Карпат України.

Географічне зазначення меду чітко вказує на походження меду та виключає низку фальсифікацій, пов'язаних з підміною цінних сортів на низьковартісні. Тому оцінювання меду за цим параметром і створення окремих ідентифікаторів є актуальним напрямком досліджень у світі (Tsagkaris et al., 2021; Terrab et al., 2021).

Водночас, коли походження меду невідоме, географічний ідентифікатор може допомогти відстежити виробництво меду в концепції НАССР. Для підтвердження географічного походження можна використати перелік

ендемічних видів рослин, які поширені лише в регіоні Українських Карпат (табл. 5.3).

Таблиця 5.3. Ендемічні види рослин, котрі засвідчують географічне походження меду з Українських Карпат (ПЗ TourView, збільшення x2000)

№	Назва виду	Знімок	№	Назва виду	Знімок
1.	Бузина червона <i>Sambucus racemosa</i>	 14,26um	2.	Деревій Шура <i>Achillea schurii</i>	 19,68um
3.	Вероніка Баумгартена <i>Veronica baumgartenii</i>	 36,80um	4.	Осот Вальдштейна <i>Cirsium waldsteinii</i>	 22,53um
5.	Нечуйвітер темнуватий <i>Hieracium atrellum</i>	 19,69um	6.	Нечуйвітер Віммера <i>Hieracium wimmeri</i>	 25,32um
7.	Любочки повзучі <i>Leontodon repens</i>	 28,83um	8.	Гвоздика тонколиста <i>Dianthus tenuifolius</i>	 26,23um
9.	Щебрушка Баумгартена <i>Acinos alpinus</i>	 34,34um	10.	Зубниця залозиста <i>Dentaria glandulosa</i>	 31,80um
11.	Первоцвіт полонинський <i>Primula poloninensis</i>	 23,72um	12.	Підмареник закарпатський <i>Galiurn transcarpaticum</i>	 20,38um
13.	Чебрець чергововолосистий <i>Thymus alternans</i>	 36,38um	14.	Волошка мармороська <i>Centaurea marmarosiensis</i>	 28,45um
15.	Не ідентифіковано	 27,07um			

До таких належать: бузина червона, вероніка Баумгартена, нечуйвітер темнуватий, любочки повзучі, щибрушка Бумгартена, первоцвіт полонинський, чебрець чергововолосистий, деревій Шура, осот Вальдштейна, нечуйвітер Віммера, гвоздика тонколиста, зубниця залозиста, підмареник закарпатський, волошка мармороська. Згідно з отриманими результатами досліджень, домінуючий пилок був відсутній, що вказує на поліфлорність меду. Пилковий профіль досліджених зразків меду наведено в табл. 5.4.

Таблиця 5.4. Пилковий профіль медів з Українських Карпат

№ Зразка	Абсолютна кількість пилку (шт./препарат)	Кількість морфотипів пилкових зерен			
		Домінуючий пилок $\geq 45\%$	Вторинний пилок 16–45%,	Незначний пилок $\leq 16\%$	Включення $\leq 1\%$
2002	2240	0	1	16	32
2003	1460	0	1	18	12
2004	1440	0	1	11	7
2005	1630	0	0	18	10
2006	1600	0	0	16	11
2009	980	0	1	12	5

Коли немає домінуючого пилку, сорт меду визначаємо як поліфлорний із географічним зазначенням.

Вторинний пилок яфін-меду (зразок 2002, рис. 5.1) був представлений на 28,1% чорницею (*Vaccinium myrtillus*). Можливо, варто внести поправки до чинного законодавства щодо визначення монофлорності меду з чорниці звичайної (*Vaccinium myrtillus*) за прикладом, як для акації та липи. Для визнання меду з цих видів, достатньо лише 20% їхніх пилкових зерен у спектрі. Пилкові зерна чорниці, великі й не мають додаткових виступів на екзині, щоб фіксуватися до ротового апарату бджіл. Окрім цього, будова квітки вказує на те, що пилкові зерна можуть бути недопредставлені. Нектарники і пиляки знаходяться глибоко в оцвітині і є складно доступними для бджіл (прихованими) (Адамчук, 2017). Отже, це дасть змогу отримувати новий сорт меду для України – чорничний, або яфін-мед, як його називає виробник.

Незначний пилок (53%) містив пилкові зерна *Achillea schurii* (11,6%), *Centaurea marmarosiensis* (6,7%), *Impatiens glandulifera* (4,5%), *Dianthus tenuifolius* (3,1%), *Lamium galeobdolon* (3,1%), *Thymus alternans* (3,1%), *Hypericum perforatum* (2,7%), *Erigeron acer* (2,2%), *Frangula alnus* (2,2%), *Senecio vulgari*

(2,2%), *Cirsium waldsteinii* (1,8%), *Ficaria verna* (1,8%), *Sambucus racemosa* (1,8%), *Angelica archangelica* (1,3%), *Centaurea jacea* (1,3%), *Viola odorata* (1,3%).

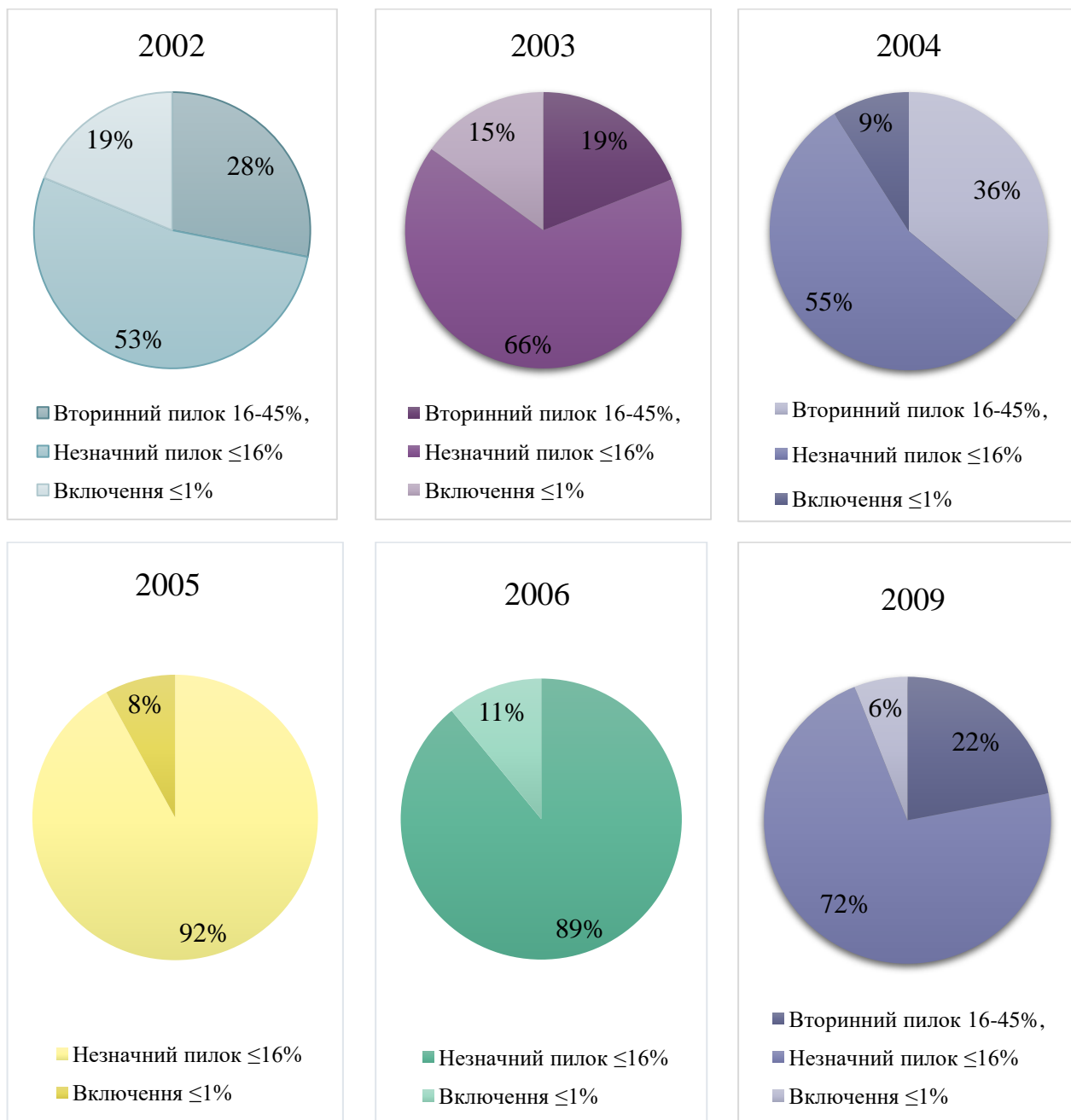


Рис. 5.1. Пилкові профілі медів з Українських Карпат

Включення яфін-меду були представлені 32 морфотипами пилку, що кількісно переважає інші зразки меду.

Вторинний пилок меду «Високогірний збір» (зразок 2003, рис. 5.1) був представлений на 19% волошкою карпатською (*Centaurea carpatica*). Незначний пилок (66%) містив пилкові зерна *Rubus idaeus* (11,0%), *Trifolium* spp. (5,0%), *Centaurea marmarosiensis* (4,0%), *Chelidonium majus* (4,0%), *Frangula alnus* (4,0%), *Hypericum perforatum* (4,0%), *Ajuga reptans* (3,0%), *Epilobium*

angustifolium (3,0%), *Hedysarum hedysaroides* (3,0%), *Lamium* spp. (3,0%), *Melampyrum sylvaticum* (3,0%), *Potentilla argentea* (3,0%), *Quercus* spp. (3,0%), *Amorpha fruticosa* (2,0%), *Cynoglossum officinale* (2,0%), *Galeopsis* spp. (2,0%), *Rosa acicularis* (2,0%), *Scrophularia nodosa* (2,0%), включення іншого пилку – 15%.

Вторинний пилко меду «Першоквітний» (зразок 2004, рис. 5.1) представлений на 36,0% вербою козячою (*Salix caprea*), яка є дводомною рослиною. Тобто пилко не вказує на присутність нектару у складі меду. Незначний пилко (55%) містив пилкові зерна *Anemone* spp. (11,0%), Brassicaceae (10,0%), *Euonymus* spp. (7,0%), *Crataegus monogyna* (6,0%), Iridaceae (6,0%), Fabaceae (3,0%), *Helleborus* spp. (3,0%), *Viburnum opulus* (3,0%), *Ajuga reptans* (2,0%), *Caragana arborescens* (2,0%), *Salix alba* (2,0%), включення пилку 9%.

Мед Вейріха (зразок 2005, рис. 5.1) та «Дикий мед» (зразок 2006, рис. 5.1) не містили вторинного, у цих зразках значну частку мав незначний пилко, 92% і 89% відповідно. Мед Вейріха, отримав таку назву через вміст у ньому нектару та відповідно пилкових зерен рослини Гірчак Вейріха (*Persicaria weyrichii*), який проростає в регіоні. В досліджуваному зразку містилося лише 10% пилку цієї рослини, однак за іншими ознаками (органолептичними та фізико-хімічними) мед відрізнявся від інших сортів. Це може бути передумовою для внесення змін у чинне законодавство щодо сорту.

Пилковий профіль меду «Вейріха» був представлений *Solidago canadensis* (13,0%), *Persicaria weyrichii* (10,0%), *Impatiens glandulifera* (8,0%), *Centaurea marmarosiensis* (7,0%), *Artemisia* spp. (6,0%), *Carduus pycnocephalus* (6,0%), *Angelica archangelica* (4,0%), *Antennaria dioica* (4,0%), *Arnica montana* (4,0%), *Erigeron canadensis* (4,0%), *Marrubium vulgare* (4,0%), *Cruciata laevipes* (3,0%), *Galeopsis* spp. (3,0%), *Rumex* spp. (3,0%), *Atriplex tatarica* (2,0%), *Gnaphalium norvegicum* (2,0%), *Thymus serpyllum* (2,0%), *Vicia cracca* (2,0%), *Althaea officinalis* (1,0%), *Androsace lactea* (1,0%), Brassicaceae (1,0%), *Chenopodium* spp. (1,0%), *Cichorium intybus* (1,0%), *Epilobium angustifolium* (1,0%), *Nonea* spp. (1,0%), *Rosoideae* (1,0%), *Salvia verticillata* (1,0%), *Trifolium repens* (1,0%).

«Дикий мед» (зразок 2006, рис. 5.1) містив 15% падевих елементів, тому відносимо його до квітково-падевого меду за походженням сировини. Його пилковий профіль був представлений *Ajuga reptans* (14,0%), *Persicaria weyrichii* (11,0%), *Amorpha fruticosa* (10,0%), *Sedum* spp. (6,0%), *Trifolium* spp. (6,0%), *Centaurea marmarosiensis* (4,0%), *Rosoideae* (4,0%), *Lycium barbarum* (3,0%), *Anchusa azurea* (2,0%), *Astragalus glycyphyllos* (2,0%), *Calluna vulgaris* (2,0%), *Frangula alnus* (2,0%), *Lathyrus rotundifolius* (2,0%), *Marrubium vulgare* (2,0%), *Ranunculaceae* (2,0%), *Angelica archangelica* (1,0%), *Bellis perennis* (1,0%),

Cichorium intybus (1,0%), *Epilobium angustifolium* (1,0%), *Ledum palustre* (1,0%), *Lysimachia nemorum* (1,0%), *Rhus* spp. (1,0%), *Silene dichotoma* (1,0%), *Solidago canadensis* (1,0%), *Thymus serpyllum* (1,0%), *Verbena officinalis* (1,0%).

Вторинний пилок меду «Травневий збір» (зразок 2009, рис. 5.1) був представлений на 22% барбарисом (*Barbarea vulgaris*). Незначний пилок (72%) містив 36% морфотипів пилкових зерен дерев (*Robinia pseudoacacia* (14,0%), *Crataegus* spp. (12,0%), *Quercus* spp. (3,0%), *Alnus* spp. (5,0%)), 15% – кущів (*Rubus fruticosus* (8,0%), *Sambucus nigra* (7,0%)) та 23% – трав'янистих видів (*Anemone* spp. (11,0%), *Ajuga reptans* (3,0%), *Cerastium fontanum* (3,0%), *Doronicum hungaricum* (2,0%), *Fragaria vesca* (2,0%), *Iris* spp. (2,0%)). Включення меду «Травневий збір» були представлені 6 морфотипами пилку, що найменше поміж інших зразків меду.

Отже, пилковий профіль медів, отриманих в умовах Українських Карпат, представлений 113 морфотипами пилкових зерен рослин (з них 99 – ентомофільних, 14 – анемофільних), які належать до 43 таксономічних родин. Ідентифіковано 14 морфотипів пилкових зерен ендемічних видів рослин Карпат, які можуть у подальшому бути для підтвердження географічного зазначення. Досліджені зразки меду віднесли до поліфлорних сортів через відсутність у пилкових профілях домінуючого пилку. Однак, у разі перегляду нормативних документів, що вказують на % пилку (Наказ № 338) для визначення монофлорності, можливо виокремити два нових сорти – чорничний та мед Вейрїха.

5.2. Монофлорні сорти меду

У слові «монофлорний», префікс «моно», утворений від грецького «monos», що означає один. Такий мед виготовлений переважно з нектару одного виду рослин. В складі монофлорного меду також присутній нектар інших видів рослин, але у меншому кількісному співвідношенні. Монофлорним вважається мед, в якому частка пилкових зерен одного медоносу (виду чи роду рослин) становить 30% і більше від всієї маси (або 20% для акацієвого і липового медів) (Наказ № 338). Колір монофлорного меду залежить від переважаючого джерела (нектару виду рослин), однак може змінюватися через доданий бджолами нектар інших рослин. Монофлорним може бути не лише квітковий, а й падевий мед. Монофлорні сорти, зібрані з певного виду рослин, зустрічаються рідше у порівнянні до поліфлорних.

Мед – це природний перенасичений цукровий розчин, що здебільшого складається із фруктози та глюкози на 65–80 % від загальної кількості цукрів, а також містить важливі другорядні компоненти – ферменти (діастаза та

інвертаза), органічні кислоти (глюконова, оцтова та ін.), вітаміни, фітонциди, фенольні сполуки та мінерали.

В Україні здебільшого отримують поліфлорний мед, зібраний бджолами з багатьох видів рослин. Його фізико-хімічний склад та властивості різняться залежно від ботанічного походження нектару та співвідношення його складових від різних рослин. Така ситуація унеможливує досягнення стабільності складу меду, а отже, його вузького використання в оздоровчому харчуванні. Натомість монофлорний мед, отриманий здебільшого з нектару одного виду рослин (80% і вище), характеризується умовно стійким складом, що дає підстави віднести його до тих продуктів, які природно містять необхідну кількість функціонального інгредієнта. Тому монофлорні сорти меду цікавіші для застосування у харчовій промисловості (Адамчук та ін., 2021).

На біоактивні компоненти меду впливає склад флори в ареалі льоту бджіл та географічне розміщення пасіки. Основними параметрами меду, які змінюються залежно від географічного та ботанічного походження, є вміст вологи, ГМФ, діастазна активність, електропровідність, цукри та спектр пилкових зерен. Це створює розбіжності в нормативному регулюванні безпечності та якості меду в різних країнах світу. Основними проблемами на міжнародному рівні є відсутність положень щодо характеристик монофлорних сортів меду, декларацій про географічне походження, природних відхилень для різних сортів залежно від їхнього походження (Thrasylvoulou et al., 2018).

Для різних монофлорних сортів меду притаманні власні органолептичні та фізико-хімічні характеристики. Найпоширенішими монофлорними сортами меду в Україні є – соняшниковий, ріпаковий, мед з білої акації (робінієвий), липовий, гречаний. Часто зустрічаються фацелієвий та золотарниковий, інші сорти можна вважати ексклюзивними для України. Хибною є думка, що медам одного ботанічного сорту характерні однакові органолептичні властивості та фізико-хімічний склад, адже вони варіюють залежно від частки нектару різних видів рослин.

5.2.1. Дослідження ріпакового меду. Чистий ріпаковий мед білого кольору. Але отримати його складно, оскільки терміни цвітіння ріпаку озимого співпадають з іншими медоносами. Тому й колір меду може варіювати від білого до світло-жовтого залежно від частки нектару цього медоносу. Ріпаковий мед має приємний слабкий аромат, солодкий ніжно-пекучий смак та в'язку консистенцію.

Масова частка пилку ріпаку озимого в меду коливається від 74,9 до 87,6% (табл. 5.5). Такий мед відносять до монофлорних з високою кількістю

переважаючого медоносу. Але в зразках жовтого меду цей показник може становити менше 45%. У цих пробах було виявлено ще 7–8 видів супутнього пилку інших рослин, масова частка яких не перевищувала 15%. Такий мед є поліфлорним ріпаково-квітковим. Між масовою часткою пилкових зерен ріпаку озимого в меду та його кольором виявлений корелятивний зв'язок.

Таблиця 5.5. Тривалість кристалізації меду та масова частка пилкових зерен ріпаку озимого у ньому, n=8

Показник	Масова частка пилкових зерен ріпаку озимого у меду, %	Тривалість кристалізації, діб
M±m	81,0±1,25	7,9±0,23
lim	74,9–87,6	7–9
Cv, %	5,3	10,0

За вмісту зерен пилку ріпаку озимого на рівні 41,8% мед жовтий, 63,7 – світло-жовтий, 81,9 – білий. Тобто, світліші зразки меду мають більшу частку зерен цього медоносу. Іншою характерною рисою ріпакового меду є його здатність до швидкої кристалізації. Зазвичай вона відбувається впродовж 3–7 діб після відкачування. Між масовою часткою пилкових зерен ріпаку озимого в меду та тривалістю його кристалізації є сильний обернений корелятивний зв'язок, про що свідчить величина коефіцієнта кореляції – –0,98. Зі збільшенням частки пилку цього медоносу в меду, тривалість його кристалізації зменшується.

За показниками якості ріпаковий мед містить води не більше 18,5%, сахарів – не менше 80%, діастази – не менше 15 од. Готе, кислотність становить не більша 40 (табл. 5.6).

Таблиця 5.6. Показники якості ріпакового меду (n=8)

Показник	M±m	lim	Cv, %
Масова частка пилкових зерен ріпаку, %	65,2±7,13	43,7–87,4	31
Масова частка води, %	17,6±0,16	17,0–18,3	3
Масова частка відновлювальних сахарів, %	80,1±1,00	75,9–83,0	4
Кислотність, м.-екв/кг	15,9±0,49	13,5–18,0	9
Діастазне число, од. Готе	15,5±0,56	13,3–17,9	10

Встановлено, що ріпаковий мед безпечний. Так, свинцю у ріпаковому меду накопичується у 6 разів менше за допустиму норму, кадмію – у 7. Вміст миш'яку фіксується на межі чутливості приладу – 0,0025 мг/кг, що у 200 разів менше за допустиму норму (табл. 5.7).

Вміст ^{137}Cs у меду цього ботанічного походження теж не перевищує встановлених нормативів. Зокрема в меду, виробленому в 2-й та 3-й зонах радіоактивного забруднення, вміст ^{137}Cs у середньому становить від 3,7 до 40,7 Бк/кг та, щонайменше, у 5 разів менше за допустимий рівень, який наразі

Таблиця 5.7. Вміст важких металів у ріпаковому меду, мг/кг (n=8)

Важкий метал	Вміст			Вимоги ДСТУ 4497: 2005
	M±m	lim	Cv, %	
Свинець	0,16±0,007	0,12–0,22	22,0	не більше 1,0
Кадмій	0,007±0,0006	0,005–0,010	24,2	не більше 0,05
Миш'як	не більше 0,0025	–	–	не більше 0,5

становить 200 Бк/кг. Також вміст ^{137}Cs у ріпаковому меду характеризувався високою мінливістю ($Cv=43,9\text{--}56,4\%$), тоді як коефіцієнт варіації щільності радіоактивного забруднення ґрунту за цим радіонуклідом не перевищував 17%. Ці два факти, на нашу думку, є свідченням того, що вміст ^{137}Cs у ріпаковому меду має пряму залежність не лише від його вмісту у ґрунті, а й від частки нектару цієї рослини у меду. Вміст ^{137}Cs у меду, його колір і тривалість кристалізації залежать від масової частки пилоквих зерен ріпаку озимого в ньому (рис. 5.2).

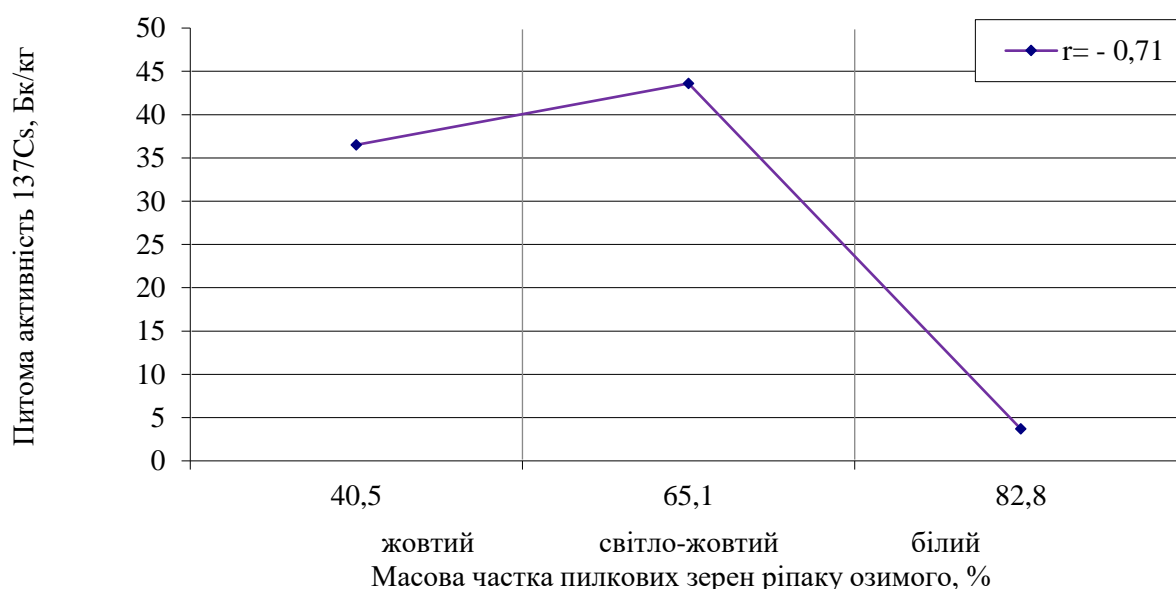


Рис. 5.2. Корелятивний зв'язок між вмістом ^{137}Cs у меду та його кольором і масовою часткою пилоквих зерен ріпаку в ньому

Між вмістом пилоквих зерен ріпаку озимого в меду та тривалістю кристалізації і вмістом ^{137}Cs є сильний обернений корелятивний зв'язок. Зі збільшенням цього показника тривалість кристалізації зменшується ($r = -0,98$) та знижується вміст ^{137}Cs ($r = -0,71$). За середнього вмісту зерен пилку цього медоносу на рівні 40,5% мед жовтий, 65,1 – світло-жовтий, 82,8 – білий. Зі збільшенням частки пилку, а, отже, і нектару ріпаку озимого в меду, вміст ^{137}Cs зменшується. Білий ріпаковий мед містить у 10–12 разів менше цього радіонукліда, ніж світло-жовтий і жовтий (різниця достовірна за $p \leq 0,001$).

5.2.2. Дослідження монофлорних сортів меду Одеської області. Було вивчено органолептичні показники та фізико-хімічні властивості монофлорного меду Одеської області (Скрипка, 2017). З поміж органолептичних показників меду визначено колір, запах, смак, консистенцію, наявність механічних домішок та ознак бродіння. Колір меду визначався візуально за денного освітлення, в досліджених пробах меду він коливався від безбарвного (акацієвий мед), бурштиновий та світло бурштиновий (наприклад, липовий, соняшниковий мед), жовтий, світло-жовтий, жовтувато-білий (ріпаковий мед), темно-жовтий, темний (гречаний мед). Аромат відібраних нами видів меду був приємний, добре виражений, ніжний, притаманний кожному виду меду, без сторонніх запахів.

Смак меду різного ботанічного походження був приємний, солодкий, терпкий, що свідчить про його натуральність, без сторонніх присмаків. Так як ми досліджували свіжий, тільки що викачаний мед, консистенція його була рідкою та в'язкою. Ознаки бродіння та механічні домішки у досліджених видах меду були відсутні. Отже, органолептичні показники меду різного ботанічного походження, згідно з нашими дослідженнями, відповідали ДСТУ 4497:2005.

Результати дослідження показників якості акацієвого меду за чотири роки досліджень (2010–2013) наведено в табл. 5.8.

Таблиця 5.8. Фізико-хімічні показники акацієвого меду Одеської області, $M \pm m$, $n = 31$

Показники	Роки			
	2010	2011	2012	2013
Результат пилкового аналізу	Наявність пилкових зерен			
Масова частка води, %	16,48±0,15	16,43±0,2	16,4±0,16	16,45±0,2
Відновлювальні цукри (до безводної речовини), %	83,68±1,87	85,74±1,6	85,04±2,13	83,33±2,0
Сахароза (до безводної речовини), %	2,87±0,16	2,88±0,16	2,58±0,1	2,75±0,11
Діастиазне число (до безводної речовини), од. Готе	8,98±0,9	7,57±0,95	7,35±0,99	7,34±0,78
Гідроксиметилфурфурол (ГМФ), мг/кг	3,83±0,28	3,66±0,14	2,96±0,21	3,7±0,22
Кислотність, міліеквіваленти гідроокису натрію (0,1 моль/дм ³) на 1 кг	16,39±0,97	18,08±0,72	15,94±0,44	14,9±0,41
Пролін, мг/кг	234,95 ±22,47	244,65 ±28,33	260,14 ±28,86	236,95 ±16,47
Електропровідність, мС/см	1,23±0,12	0,96±0,11	1,27±0,13	1,26±0,13
Якісна реакція на наявність паді	Негативна			

Встановлено, що за чотири роки досліджень вміст води в акацієвому меду коливався в межах від 16,0 до 17,0 %; діастазна активність – від 4,78 до 12,54 од. Готе; масова частка відновлювальних цукрів – від 80,12 до 89,16 %; масова частка сахарози – від 2,25 до 3,18 %; вміст гідроксиметилфурфуролу – від 2,69 до 4,7 мг/кг; кислотність – від 13,5 до 20,1 мг-екв. NaOH/кг. Під час дослідження зразків меду з акації значення проліну коливалось від 178,3 до 350,2 мг/кг. Електропровідність акацієвого меду коливалась від 0,7 до 1,6 мС/см.

Результати, представлені в табл. 5.8 показують, що акацієвий мед відповідає за всіма показниками вимогам ДСТУ 4497:2005, окрім деяких випадків нижчого вмісту проліну (менше ніж 200 мг/кг). Водночас, треба зазначити, що цей показник відповідає існуючим вимогам ЄС.

Результати дослідження показників якості ріпакового меду (середні значення) за чотири роки досліджень наведено в табл. 5.9.

Таблиця 5.9. Фізико-хімічні показники ріпакового меду
Одеської області, $M \pm m$, $n = 49$

Показники	Роки			
	2010	2011	2012	2013
Результат пилкового аналізу	Наявність пилкових зерен			
Масова частка води, %	17,2±0,24	17,52±0,12	16,97±0,36	17,2±0,32
Відновлювальні цукри (до безводної речовини), %	79,74±1,07	80,56±0,89	79,76±0,35	80,03±0,55
Сахароза (до безводної речовини), %	2,51±0,13	2,74±0,15	2,75±0,15	2,86±0,18
Діастазне число (до безводної речовини), од. Готе	14,59±0,57	14,75±0,52	14,47±0,42	15,11±0,52
Гідроксиметилфурфурол (ГМФ), мг/кг	3,5±0,16	3,23±0,2	3,44±0,15	3,22±0,19
Кислотність, міліеквіваленти гідроокису натрію (0,1 моль/дм ³) на 1 кг	19,12±1,13	20,28±0,53	21,22±1,47	19,63±0,63
Пролін, мг/кг	356,63±31,47	380,46±50,20	417,95±52,56	377,43±34,77
Електропровідність, мС/см	1,12±0,14	1,03±0,19	1,08±0,15	0,89±0,1
Якісна реакція на наявність паді	Негативна			

Дослідженнями проб меду з ріпаку (в тому числі з вмістом різнотрав'я) встановлено, що значення досліджених показників відповідає вимогам ДСТУ 4497:2005. За чотири роки наших досліджень ці показники коливались так: діастазна активність – від 13,05 до 16,45 од. Готе; вміст води – від 15,6 до 18,0 %; масова частка відновлювальних цукрів – від 76,23 до 85,23 %; масова частка сахарози – від 2,18 до 3,12 %; вміст гідроксиметилфурфуролу – від 2,69 до 3,94 мг/кг; кислотність – від 16,2 до 22,5 мг-екв. NaOH/кг; значення проліну

коливалось від 255,6 до 501,1 мг/кг; електропровідність коливалась від 0,3 до 1,6 мС/см.

Данні щодо середніх значень показників якості липового меду за чотири роки досліджень відображені в табл. 5.10.

Таблиця 5.10. Фізико-хімічні показники липового меду
Одеської області, $M \pm m$, $n = 29$

Показники	Роки			
	2010	2011	2012	2013
Результат пилкового аналізу	Наявність пилкових зерен			
Масова частка води, %	15,4±0,2	15,83±0,29	15,57±0,17	15,7±0,21
Відновлювальні цукри (до безводної речовини), %	88,27±0,75	83,27±0,84	87,66±0,76	86,31±0,98
Сахароза (до безводної речовини), %	2,57±0,2	2,59±0,06	2,62±0,15	2,74±0,19
Діастазне число (до безводної речовини), од. Готе	20,26±1,35	21,93±1,82	19,73±0,75	21,32±1,57
Гідроксиметилфурфурол (ГМФ), мг/кг	3,43±0,13	3,65±0,2	3,76±0,17	3,58±0,31
Кислотність, міліеквіваленти гідроокису натрію (0,1 моль/дм ³) на 1 кг	17,19±0,41	16,97±0,76	16,87±0,36	15,71±0,38
Пролін, мг/кг	509,03±64,0	433,24±55,53	431,2±38,76	446,31±55,3
Електропровідність, мС/см	1,33±0,1	0,73±0,32	1,0±0,06	1,36±0,12
Якісна реакція на наявність паді	Негативна			

У пробах меду, який зібрали з липи, вміст води коливався від 15,0 до 16,2 %; значення діастазного числа варіювало від 17,25 до 26,25 од. Готе; масова частка відновлювальних цукрів коливалась від 81,12 до 89,63 %; масова частка сахарози – від 2,18 до 3,16 %; вміст гідроксиметилфурфуролу – від 3,07 до 3,84 мг/кг; кислотність – від 14,8 до 18,5 мг-екв. NaOH/кг. Вміст проліну був від 300,5 до 718,5 мг/кг. Електропровідність липового меду коливалась від 0,2 до 1,7 мС/см.

Згідно з нашими дослідженнями фізико-хімічні показники меду з гречки, а також гречки з вмістом різнотрав'я (середні значення представлені в табл. 5.11), коливаються так: вміст води – від 15,0 до 17,0 %; діастазна активність – від 21,05 до 29,18 од. Готе; масова частка відновлювальних цукрів – від 80,14 до 92,94 %; масова частка сахарози – від 1,12 до 2,69 %; вміст гідроксиметилфурфуролу – від 2,69 до 3,84 мг/кг; кислотність – від 12,5 до

17,5 мг-екв. NaOH/кг. Вміст масової частки проліну був від 358,9 до 784,5 мг/кг. Електропровідність гречаного меду коливалась від 0,2 до 1,0 мС/см.

Таблиця 5.11 Фізико-хімічні показники гречаного меду
Одеської області, $M \pm m$, $n = 22$

Показники	Роки			
	2010	2011	2012	2013
Результат пилкового аналізу	Наявність пилкових зерен			
Масова частка води, %	15,54±0,19	15,67±0,2	15,89±0,35	16,26±0,37
Відновлювальні цукри (до безводної речовини), %	87,73±2,18	87,97±2,19	87,1±1,74	88,27±0,9
Сахароза (до безводної речовини), %	2,25±0,24	2,06±0,25	2,46±0,26	2,47±0,27
Діастиазне число (до безводної речовини), од. Готе	26,48±0,85	26,25±0,72	25,28±1,44	23,14±1,09
Гідроксиметилфурфурол (ГМФ), мг/кг	3,04±0,19	2,77±0,09	3,15±0,18	3,22±0,18
Кислотність, міліеквіваленти гідроокису натрію (0,1 моль/дм ³) на 1 кг	13,96±0,48	14,18±0,52	14,53±0,87	15,56±0,85
Пролін, мг/кг	603,87±49,96	514,87±54,31	562,71±56,11	560,92±38,6
Електропровідність, мС/см	0,7±0,12	0,55±0,09	1,03±0,06	0,98±0,07
Якісна реакція на наявність паді	Негативна			

Згідно з нашими дослідженнями в пробах меду, який зібраний з соняшнику (включно соняшник з різнотрав'ям), вміст води коливався в межах від 15,0 до 17,0 %, активність діастази мала значення від 16,35 до 23,45 од. Готе; масова частка відновлювальних цукрів була від 80,12 до 92,25 %; масова частка сахарози коливалась від 1,78 до 3,2 %; вміст гідроксиметилфурфуролу був від 3,26 до 4,22 мг/кг; кислотність – від 13,2 до 17,5 мг-екв. NaOH/кг. Вміст масової частки проліну складав від 215,6 до 401,2 мг/кг. Електропровідність соняшникового меду коливалась від 0,2 до 1,3 мС/см. Середні значення показників соняшникового меду представлено в табл. 5.12.

Аналізуючи отримані нами дані, ми можемо зробити висновок, що органолептичні та фізико-хімічні показники якості монофлорного меду, проби якого були відібрані на пасіках Одеської області, відповідають вимогам ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови». Середні значення цих показників відповідають вимогам меду вищого гатунку (Скрипка Г.А., 2017).

Таблиця 5.12. Фізико-хімічні показники соняшникового меду
Одеської області, $M \pm m$, $n = 31$

Показники	Роки			
	2010	2011	2012	2013
Результат пилкового аналізу	Наявність пилкових зерен			
Масова частка води, %	15,91 ± 0,23	15,78 ± 0,28	16,1 ± 0,37	16,15 ± 0,37
Відновлювальні цукри (до безводної речовини), %	88,87 ± 1,97	85,94 ± 2,29	86,0 ± 2,13	88,59 ± 2,69
Сахароза (до безводної речовини), %	2,68 ± 0,12	2,53 ± 0,25	2,71 ± 0,17	2,46 ± 0,19
Діастазне число (до безводної речовини), од. Готе	18,69 ± 1,23	20,55 ± 1,18	22,47 ± 0,81	21,29 ± 1,13
Гідроксиметилфурфурол (ГМФ), мг/кг	3,72 ± 0,08	4,2 ± 0,17	4,05 ± 0,51	3,82 ± 0,17
Кислотність, міліеквіваленти гідроокису натрію (0,1 моль/дм ³) на 1 кг	15,93 ± 0,35	16,73 ± 0,26	16,08 ± 0,74	16,3 ± 0,55
Пролін, мг/кг	313,1±28,81	355,76±24,81	343,85±30,71	370,49±33,67
Електропровідність, мС/см	1,06 ± 0,08	0,89 ± 0,1	0,7 ± 0,2	0,96 ± 0,16
Якісна реакція на наявність паді	Негативна			

Проведене дослідження доводить високу якість меду різних ботанічних сортів, отриманого в умовах Одеської області України, зокрема, акацієвого, ріпакового, липового, гречаного, соняшникового.

5.2.3. Дослідження українських падевих медів. Метою дослідження було визначити відмінності пилкового спектру, органолептичних та фізико-хімічних показників українських падевих медів різного регіонального походження.

Для реалізації поставленої мети було визначено такі завдання: проаналізувати наукову інформацію щодо походження та характеристики падевих медів; відібрати зразки падевих медів з різних регіонів України; визначити пилковий профіль падевого меду для його ідентифікації; провести органолептичне оцінювання та дослідити фізико-хімічні показники падевого меду згідно з чинними нормативними актами щодо якості меду.

Відбір зразків здійснювали в 2020 р. через особисту комунікацію з пасічниками, які є виробниками падевих медів в Україні. Одержані зразки меду зберігали за температури + 18 С без доступу сонячного світла.

Пилковий спектр меду для його ідентифікації досліджували на базі лабораторії кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції НУБіП України (м. Київ). Для цього використовували удосконалену методику ботанічної ідентифікації (Адамчук, 2021).

Органолептичне оцінювання та визначення фізико-хімічних показників меду досліджували стандартизованими методами згідно з ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» на базі Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК (сmt. Чабани, Київська обл.).

Для досліджень відібрали такі зразки меду: № 1 – падевий з Івано-Франківської обл.; № 2 – падевий весняний з Харківської обл.; № 3 – падевий літній з Харківської обл.; № 4 – падевий з соснового лісу Харківської обл.; № 5 – квітково-падевий із Закарпатської обл.; № 6 – падевий з плавнів Запорізької обл.; № 7 – падевий лісовий з Львівської обл.; № 8 – падевий лісовий бортьовий з Житомирської обл.

Результати мелісопалінологічного аналізу наведено в таблиці 5.13.

Таблиця 5.13. Ідентифікація меду за пилковим спектром

№	Відповідність сорту	Падеві елементи				Надпредставленні пилкові зерна, родина
		агальний %, у пилковом у спектрі ¹	спори грибів (<i>Alternaria</i> , <i>Helminthosporium</i> , <i>Uncinula</i> та інші) ²	дріжджі (<i>Metschnikowia reukafii</i> та інші) ²	Зелені водорості ²	
1.	відповідає: падевий, зібраний у літній період	52	51	-	1	Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae
2.	відповідає: падевий, зібраний у весняний період	50	47	2	1	Ranunculaceae, Lamiaceae, Sapindaceae
3.	відповідає: падевий, зібраний у літній період	50	46	3	1	Asteraceae, Anthemideae, Boraginaceae
4.	відповідає: падевий, зібраний у літній період	64	64	-	-	Boraginaceae, Urticaceae, Lamiaceae
5.	відповідає: квітково-падевий, зібраний у літній період	15	3	10	2	Asteraceae, Boraginaceae, Fabaceae
6.	відповідає: падевий, зібраний у літній період	55	39	1	15	Asteraceae, Anthemideae, Lamiaceae
7.	відповідає: падевий, зібраний у літній період	50	49	-	1	Asteraceae, Boraginaceae, Lamiaceae
8.	відповідає: падевий зібраний у літній період	56	55	-	1	Asteraceae, Apiaceae, Fabaceae

Примітка. 1 – після виключення надпредставлених пилкових зерен; 2 – від загальної частки падевих елементів.

Відповідно до пилкового спектру падеві меди характеризуються найвищим відсотком вмісту спор грибів, нерідко до складу меду входять також і самі гриби, наприклад дріжджі *Metschnikowia reukafii* та інші, а також зелені водорості.

Найвищий загальний відсотковий вміст у пилковому спектрі – 64%, мав падевий мед із соснового лісу Харківської області, зібраний у літній період. Загальний вміст був представлений виключно спорами грибів *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Uncinula* тощо.

Квітково-падевий мед із Закарпатської області характеризувався найменшим вмістом спор грибів – 2%, натомість зразок вмщував 10% дріжджів. Разом із зеленими водоростями, відсотковий вміст за пилковим спектром був 15%. Високий вміст дріжджів свідчить про нектарне походження меду, що відповідає результатам, отриманим у ході мелісопалінологічного аналізу. Найбільшим вмістом зелених водоростей поміж досліджених медів характеризувався зразок падевого меду з плавнів Запорізької області. Висока вологість у заболочених місцях сприяє їхньому заселенню вищою водною рослинністю, а також водоростями, зокрема Зеленими, через що вони потім потрапляють до складу меду.

Органолептичні властивості меду – це перші ознаки, на які споживач звертає увагу. Органолептичне оцінювання здійснювали за кольором, смаком, ароматом, консистенцією та кристалізацією, наявністю ознак бродіння. Результати органолептичного оцінювання наведено в табл. 5.14.

На колір меду безпосередньо впливає його ботанічне походження, що у свою чергу корелює з антиоксидантною активністю та вмістом зольних елементів. Кольорова гама досліджених медів зображена на рисунку 5.3.

У ході органолептичного аналізу було встановлено, що колір досліджених українських падевих медів складає коричневу гаму різних відтінків, включаючи бурштиновий з різним ступенем насиченості.

Інтенсивність запаху досліджених зразків варіювала від слабо вираженого ніжного до яскраво вираженого насиченого. Аромат меду в одному зі зразків мав виражені оцтові нотки, що, ймовірно, пов'язано з початком процесу бродіння, викликаного високим вмістом дріжджів. Щодо смаку, то зразки характеризувалися різним ступенем солодкості, букет інколи доповнювався гіркуватими та терпкуватими нотами.

Консистенція меду в зразках корелювала зі ступенем кристалізації меду. Половина зразків не мала ознак кристалізації та характеризувалася рідкою консистенцією.

Таблиця 5.14. Оцінювання падевого меду
за органолептичними показниками

№	Колір	Смак	Аромат	Кристалізація	Консистенція	Ознаки бродіння
1.	коричневий	пекучий, яскраво-виражений	слабкий, медовий	дрібнозерниста	кристалічна	відсутні
2.	світло-коричневий	квітковий, ніжний, малосолодкий	квітковий, слабо виражений	смальцеподібна	кристалічна	відсутні
3.	темно-бурштиновий	приємний, солодкий	тонкий, дещо молочний	відсутня	рідка, в'язка	відсутні
4.	світло-бурштиновий	солодкий, гіркуватий	слабкий, медовий	початок кристалізації	густа, малотягуча	відсутні
5.	бурштиновий	пекучий з кислінкою	слабкий, оцтовий	відсутня	рідка	початок бродіння
6.	бурштиновий	приємний, солодкий, ніжний	слабкий медовий	відсутня	рідка, в'язка	відсутні
7.	темно-бурштиновий	приємний, насичений, солодкий	насичений медовий	відсутня	рідка, в'язка	відсутні
8.	оранжево-коричневий	насичений, терпкий, гіркуватий	слабкий, восковий	дрібнозерниста	кристалічна	відсутні

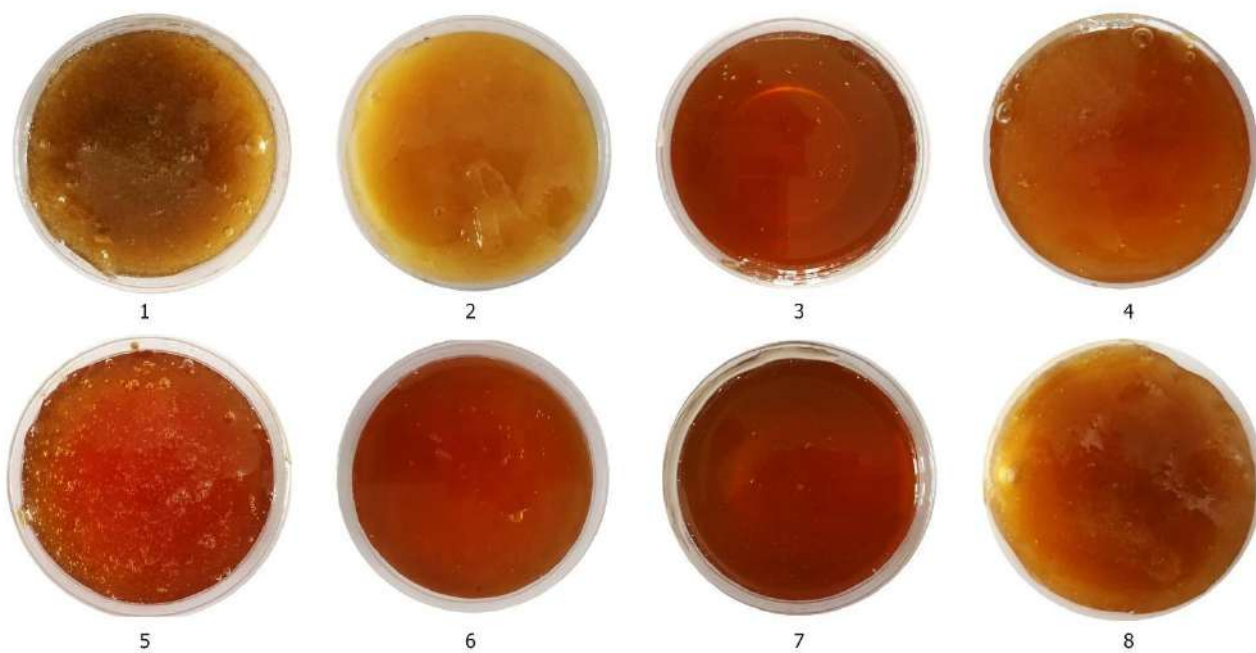


Рис. 5.3. Колір українських падевих медів (вказані номери відповідають номерам зразків)

Падевий мед з соснового лісу Харківської області володів густою, мало тягучою консистенцією, що була викликана початком процесу кристалізації меду. Кристалічна консистенція трьох інших зразків була зумовлена наявністю дрібних кристалів. Процес кристалізації залежить від співвідношення вмісту глюкози та фруктози в меду: сорти з високою часткою фруктози, як-от акацієвий мед, здатні довго зберігати рідку консистенцію. Кристалізація також впливає на колір меду та супроводжується зникненням прозорості. Глюкоза, що має нижчу за фруктозу розчинність, швидше відокремлюється в окрему фазу під час зберігання меду, а її білі кристали визначають характерний колір кристалізованого меду.

Ознаки бродіння було виявлено лише в одному зразку з восьми – квітково-падевий мед із Закарпатської області, як наслідок діяльності дріжджів, вміст яких був 10% у пилковому спектрі.

Основними критеріями оцінки якості меду є визначення його зрілості за вмістом вологи, сахарози та відновлювальних цукрів; чистоти, вимірюваної вмістом нерозчинних твердих речовин та електропровідністю; процесів псування, що оцінюються за рівнями вільної кислотності, активності діастази та кількості гідроксиметилфурфуролу.

У ході дослідження основним орієнтиром щодо фізико-хімічних показників безпечності та якості меду в рамках національної нормативної документації був ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» та Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 19 червня 2019 року № 330 (табл. 5.15)

Показники вмісту води в усіх досліджених зразках падевого меду були на рівні нижче 18,5%, що задовольняє вимоги цього критерію за Наказом №330 та свідчить про їхню приналежність до категорії меду вищого ґатунку за ДСТУ 4497:2005. Вологість меду залежить від сезону, джерела сировини, стану вентиляції вуликів, сили бджолої сім'ї, метеорологічних умов у районі розташування бджолосім'ї, а також часу дозрівання та термінів збирання меду. Волога суттєво впливає на фізичні властивості меду, такі як кристалізація, в'язкість та реологічна поведінка. Високий рівень вологи сприяє активному росту осмофільних дріжджів, що супроводжується проходженням ферментативних процесів у меду, а отже погіршенням якості продукту

Результати аналізу вмісту відновлювальних цукрів показали, що масова частка фруктози та глюкози поміж зразків падевого меду коливалася в межах від 44,76 до 77,05%. Відповідно до ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови», сумарне значення вмісту глюкози та фруктози має становити не менше 70% для меду першого ґатунку та понад 80% – меду вищого ґатунку. Отже, лише

четверта частина зразків квіткового меду відповідала критеріям меду вищого гатунку згідно з нормативними правилами національного регламенту, у свою чергу показники вмісту глюкози та фруктози всіх інших зразків падевого меду були поза межами допустимих значень.

Таблиця 5.15. Основні фізико-хімічні показники падевого меду

№ зразка	Масова частка води, % (г/100 г)	Масова частка відновлювальних цукрів, % (г/100 г)	Масова частка сахарози, % (г/100 г)	Електропровідність, мС/см
ДСТУ 4497:2005 вищий гатунок	≤ 18,5	≥ 80	≤ 3,5	0,2–1,0
ДСТУ 4497:2005 перший гатунок	≤ 21	≥ 70	≤ 6	0,2–1,5
Наказ № 330 (для падевих медів)	≤ 20	≥ 45	≤ 5	≤ 0,8
Досліджувані зразки меду (походження у таблиці 5.13)				
1.	17,8	44,76	14,59	4,46
2.	16,8	54,69	12,66	2,26
3.	16,6	50,14	12,87	3,70
4.	16,0	68,45	2,31	4,03
5.	16,0	56,57	17,86	2,74
6.	17,0	77,05	0,95	4,62
7.	18,0	70,29	4,59	4,59
8.	18,4	69,80	7,47	4,66

Водночас за літературними джерелами падевий мед характеризується меншим вмістом моносахаридів та містить більше олігосахаридів порівняно з квітковим медом. Хоча ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» не регламентує різницю за цим показником між квітковим та падевим медом, відповідно до Наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України від 19 червня 2019 року № 330, усі зразки дослідженого меду характеризувалися вмістом відновлювальних цукрів на рівні допустимих значень.

Вміст сахарози поміж досліджуваних зразків варіював від 0,95 до 17,86%. Допустимим рівнем, встановленим ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови», вважається вміст сахарози в значеннях менше 6%, водночас мед вищого гатунку має вміщувати не більше ніж 3,5% сахарози. Отже, лише четверта частина досліджуваних зразків меду з Закарпатської та Харківської областей, належала до категорії меду вищого гатунку, ще один зразок з Львівської області можна вважати медом першого гатунку, показники меду інших досліджених зразків падевого меду перевищували допустиму норму за цим критерієм згідно з ДСТУ 4497:2005, а також Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України № 330. Вміст сахарози часто може бути

використаний як показник підгодовування медоносних бджіл штучними кормами. Наприклад, якщо бджолярі перегодовують бджіл цукром впродовж весни. Висока концентрація сахарози також може свідчити про неповне дозрівання меду через його ранній збір.

Відповідно до регламенту щодо якості меду в Україні, мінімальна електропровідність меду вищого ґатунку встановлена в діапазоні від 0,2 мС/см до 1,0 мС/см, першого ґатунку – від 0,2 мС/см до 1,5 мС/см за ДСТУ або не більше ніж 0,8 мС/см за Наказом. Значення електропровідності у досліджених зразках були від 2,26 до 4,66 мС/см для падевого меду та сильно перевищували вимоги національної нормативної бази. Електропровідність часто використовується для рутинного контролю якості меду та розрізнення медів різного ботанічного походження. Провідність пов'язана з концентрацією розчинних мінералів, органічних кислот та білків. Час зберігання також може впливати на електропровідність меду.

Падевий мед характеризується вищою електропровідністю, тому цей показник є надійним параметром для розрізнення падевого та квіткового типів меду. Значення нижче вказаної норми можуть вказувати на фальсифікацію меду або про його купажування. Саме тому, доцільним може стати перегляд цього пункту поміж фізико-хімічних параметрів щодо електропровідності меду через особливі характеристики падевого меду.

Максимальне значення вільної кислотності в усіх видах меду має бути не більше 40 мекв/кг або 50 мекв/кг для меду вищого та першого ґатунків відповідно. Показники вільної кислотності поміж 62,5% досліджених зразків падевого не досягали 40 мекв/кг, ще четверть зразків падевого меду характеризувалися значеннями кислотності на рівні до 50 мекв/кг, а у випадку падевого меду з соснового лісу Харківської області кислотність досягала 52 мекв/кг та виходила за межі національного стандарту ДСТУ та Наказу №330. Варто зазначити, що цей зразок меду мав найбільшу кількість падевих елементів (табл. 5.13).

Кислотність меду, зумовлена порівняно високим вмістом органічних кислот, варіює в залежності від джерела сировини, падевий мед має вищі показники кислотності порівняно з іншими сортами меду. Крім того, органічні кислоти також можуть бути отримані в результаті ферментації деяких цукрів дріжджами або через перетворення з глюкози під дією ферменту глюкозооксидази. Природну кислотність меду можна підвищити завдяки зберіганням та дозріванням меду, а також під час його бродіння. Результати дослідження параметрів біологічної активності меду наведено в табл. 5.16.

ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» регламентує максимальний вміст гідроксиметилфурфуролу для меду вищого гатунку – 10 мг/кг та для меду першого гатунку – 25 мг/кг. Отже, чверть усіх досліджених зразків (з Івано-Франківської та Львівської областей) належала до категорії меду вищого гатунку, водночас показник вмісту ГМФ у зразку з Закарпатської області перевищував допустимі значення більше ніж удвічі, а також був єдиним зразком, де показник значення вмісту гідроксиметилфурфуролу виходив за межі допустимих значень, регламентованих Наказом №330.

Таблиця 5.16. Показники біологічної активності падевого меду

№ зразка	Кислотність, міліекв. NaOH (0.1 моль/дм ³) на 1 кг	ГМФ, мг/кг	Діастаза, од. Готе	Пролін, мг/кг
ДСТУ 4497:2005 вищий гатунок	≤ 40	≤ 10	≥ 15	300
ДСТУ 4497:2005 перший гатунок	≤ 50	≤ 25	≥ 10	300
Наказ № 330 (для падевих медів)	≤ 50	≤ 40	≥ 8 ¹	180
Досліджувані зразки меду (походження у таблиці 5.13)				
1.	40,0	8,0	52,59	562,35
2.	35,0	24,5	38,99	493,56
3.	38,0	12,8	79,40	663,05
4.	52,0	13,0	78,25	751,69
5.	46,0	50,4	57,49	358,12
6.	32,0	11,6	61,05	325,50
7.	41,0	9,1	46,48	406,34
8.	35,0	20,1	83,84	536,82

Примітка. 1 – активність діастази (за шкалою Шейда (Шаде)).

Інші 5 зразків за цим показником можна віднести до меду першого гатунку. Варто зауважити, що в зразку з підвищеним вмістом ГМФ також спостерігали ознаки бродіння (табл. 5.13). Гідроксиметилфурфурол утворюється як проміжний продукт реакції Майяра від прямого зневоднення цукрів в кислих умовах під час термічної обробки харчових продуктів. Ця сполука утворюється з деякою швидкістю під час зберігання меду та вважається показником його можливого псування. Цей параметр є також чутливим до температурних параметрів, а також залежить від періоду зберігання.

Мінімальну активність діастази для меду першого гатунку встановлено на рівні не менше 10 од. Готе, для меду вищого гатунку – не менше 15 од. Готе за ДСТУ та не менше 8 одиниць за шкалою Шейда згідно з Наказом №330. Усі досліджені зразки відповідали положенням обох нормативних документів щодо активності діастази. Діастазна активність тісно пов'язана з вмістом гідроксиметилфурфуролу, а її зниження може свідчити про можливий перегрів

меду вище 60 °С, а також про його тривале зберігання. Отримані результати за цим показником вказують на прийнятну свіжість та про належне проведення технологічних процесів під час відбору та зберігання досліджуваних зразків падевого меду.

Вміст проліну всіх зразків падевого меду перевищував встановлені ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» та Наказом №330 показники – 300 мг/кг і 180 мг/кг відповідно, та варіював у межах від 325,50 до 751,69 мг/кг поміж досліджених зразків. Вміст амінокислот у меду відповідає за високу біологічну цінність такого продукту, залежить від хімічного складу нектару та пилку, а також може змінюватися під дією ферментів слини медоносної бджоли.

Отже, дослідили відмінності пилкового спектру органолептичних та фізико-хімічних показників українських падевих медів різного регіонального походження. Встановили особливості падевого меду, а саме: низький вміст вологи; високу електропровідність; підвищення показника вільної кислотності залежить від кількісного збільшення падевих елементів; висока ферментативна активність (за проліном). Перелічені особливості падевого меду передбачають внесення змін до вимог безпечності та якості цього продукту.

Подальших досліджень потребує кислотний склад падевих медів та умови їхнього зберігання через підвищену схильність до бродіння.

Авторський колектив висловлює подяку бджолярам, які надали зразки меду для досліджень: Рибаку Андрію Михайловичу (Івано-Франківська обл.), Антонієву Миколі Володимировичу (Харківська обл.), Дмитренку Олександрю Петровичу (Харківська і Житомирська обл.), Паппу Віктору Васильовичу (Закарпатська обл.), Голоднику Олексію Ігоровичу (Запорізька обл.), Доскочу Івану Михайловичу (Львівська обл.).

5.2.4. Дослідження оригінальних сортів меду. Мед – це продукт життєдіяльності бджіл, до складу якого здебільшого входять понад 200 компонентів, основними з яких є моносахариди – глюкоза та фруктоза, а також вода, амінокислоти, ферменти, вітаміни й мінерали (Bentabol Manzanares, García, Galdón, Rodríguez, & Romero, 2011; Pereira et al., 2020; Berenbaum & Calla, 2021). Завдяки значному вмісту різноманітних вуглеводів та інших поживних і біологічно активних речовин, мед визнаний цінним джерелом енергії й унікальних нутрієнтів для раціону людини (Boussaid et al., 2018). Моносахариди меду легко засвоюються, а тому його часто застосовують у харчовій промисловості для підсолодження (Baloš, Popov, Radulović, Stojanov, & Jakšić, 2020). Більше того, широкий та різноплановий терапевтичний ефект меду,

обумовлений антимікробною та антиоксидантною властивостями, даючи змогу використовувати його не лише як харчовий продукт, а також як профілактичний та лікувальний засіб (Bentabol Manzanares et al., 2011; Flanjak, Kenjerić, Bubalo, & Primorac, 2016a; Junie, Vică, Glevitzky, & Matei, 2016; Kavanagh, Gunnoo, Marques Passos, Stout, & White, 2019).

На біоактивні компоненти меду впливає склад флори та його географічне походження. Так, фенольні сполуки, амінокислоти та відновлювальні цукри належать до тих речовин, що відповідають за антиоксидантну активність меду. Антиоксидантна активність в основному зумовлена наявністю основних поліфенолів у формі фенольних кислот (хлорогенної, ферулової, кавової, елагічної, ванілінової, бензойної, коричної, кумарової кислот тощо) та флавоноїдів (піноцембрин, апігенін, гесперитин, хризин, кверцетин, лютеолін, мірицетин, пінобанксін, калангін, кемпферол тощо). Ці сполуки здатні мінімізувати внутрішньоклітинні окислювальні пошкодження, пов'язані з клітинним старінням, апоптозом та нейродегенеративними захворюваннями. Відомо, що поліфеноли виявляють корисні для здоров'я антиатерогенні, антиканцерогенні, антитромботичні та протизапальні властивості. Більшість фенольних сполук та ферментів також виявляють антимікробну активність щодо низки патогенних організмів. Крім того, було встановлено, що мед містить молочнокислі бактерії, які безпосередньо здатні виробляти безліч біологічно активних сполук. Антиоксидантні сполуки меду відіграють ключову роль як пребіотики, захищаючи організм від патогенів та стимулюючи ріст бактерій нормальної мікрофлори. Олігосахариди, присутні в меду, є пребіотичними речовинами, що стимулюють ріст, активність та захищають пробіотичні компоненти кишечника (Berenbaum & Calla, 2021; Škrovánková, Snopek, Mlček, & Volaříková, 2019).

Через високу комерційну цінність меду його часто фальсифікують або задля економічної вигоди помилково визначають, як монофлорний (Lazarević, Jovetić, & Tešić, 2017). Для попередження таких ситуацій є методи визначення ботанічного походження меду (Gül & Pehlivan, 2018; Rodopoulou et al., 2018). Мелісопалінологічний аналіз, заснований на ідентифікації та кількісному визначенні відсоткового вмісту в нектарі пилоквих зерен рослин різних видів за допомогою мікроскопічного дослідження, традиційно використовується для підтвердження ботанічного походження меду, а тому він вважається еталонним (Kadar, Juan-Borrás, Carot, Domenech, & Escriche, 2011; Адамчук, 2020). Однак, цей метод вимагає залучення вмілих аналітиків і крім того, для пилоквих зерен деяких видів рослин інтерпретація результатів може бути не точною та неоднозначною. З цієї причини безпомилковість мелісопалінологічного аналізу

є сумнівною, а використання винятково цієї методики для підтвердження квіткового походження меду вважають недостатнім (Kadar et al., 2011). Загалом, за вмістом пилку мед класифікують на монофлорний – зібраний здебільшого з одного виду рослин, та поліфлорний – з багатьох різних видів рослин. На відміну від поліфлорного меду, що часто має невизначений склад та, як наслідок, властивості, монофлорному меду властиві чіткий аромат та колір, що корелюють із типом квітів, з яких був зібраний нектар (Selvaraju, Vikram, Soon, Krishnan, & Mohammed, 2019).

Колір, запах, смак, консистенція, що визначаються процесами кристалізації та бродіння – основні органолептичні характеристики меду. Окрім ботанічного походження меду, вони також залежать від кількості та співвідношення окремих складових нектару (цукрів, органічних кислот, мінералів, білків, амінокислот), погодних умов, практики бджільництва, включаючи технологію обробки меду та процедури його зберігання. Деякі з цих властивостей можна визначити за допомогою лабораторних аналізів, але є типові органолептичні показники, як-от смак, для яких не існує альтернативного аналітичного методу (Dymerski, Gebicki, Wardencki, & Namieśnik, 2014; Prđun, Kremer, Bubalo, & Svečnjak, 2020).

Визначення фізико-хімічних параметрів (вміст води, електропровідність, вміст цукру, співвідношення фруктози/глюкози, діастазна активність, кислотність, вміст гідроксиметилфурфуролу (ГМФ) та амінокислоти проліну) зазвичай використовується для контролю якості меду. На кінцеві значення цих параметрів у меді впливає низка чинників. Так, вміст вологи визначається вологістю повітря, кількістю нектару в вулику, силою колонії та станом вентиляції вулика. На утворення ГМФ у меді: температура та час нагрівання меду, умови зберігання, факт використання металевих ємностей для зберігання та хімічні властивості меду. Деякі фізико-хімічні параметри, зокрема електропровідність та склад цукру, також дають змогу робити висновки щодо ботанічного походження меду (Ratiu, Al-Suod, Bukowska, Ligor, & Buszewski, 2020; Sakač et al., 2019).

Різноманітність рослинного покриву окремих регіонів створює унікальну базу для отримання оригінальних сортів меду (Karabagias et al., 2020). У нашій державі традиційно отримують акацієвий, липовий, гречаний та соняшниковий монофлорні сорти меду. Однак, останнім часом, зі зміною природно-кліматичних умов та активним використанням нових агротехнологій галузь бджільництва виробляє нові сорти меду, що потребують нагального вивчення. Поміж таких, фацелієвий, золотарниковий та інші.

Тому нашою метою було дослідити пилковий спектр, органолептичні та фізико-хімічні показники українських оригінальних сортів меду. Для досягнення мети були поставлені такі завдання: виокремити оригінальні монофлорні сорти меду; підтвердити їхнє ботанічне походження методом мелісопалінології; дослідити органолептичні та фізико-хімічні показники оригінальних сортів меду.

Методологічна основа дослідження полягає у визначенні критеріїв для автентифікації українських оригінальних сортів меду за їхнім пилковим спектром, органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Відбір зразків здійснювали у 2020 р. через особисту комунікацію з пасічниками, які є виробниками оригінальних сортів меду в Україні. Одержані зразки меду зберігали за температури +18 °С без доступу сонячного світла.

Для досліджень обрали такі зразки меду: коріандровий (Полтавська обл.) (1К); золотарниковий (Харківська обл.) (2З); гарбузовий (Полтавська обл.) (3Г); чорничний (Закарпатська обл.) (4Ч); чебрецевий (Одеська обл.) (5Ф); коріандровий (Херсонська обл.) (6К); фацелієвий (Харківська обл.) (7Ф); ехінацейний (Київська обл.) (8Е).

Органолептичне оцінювання та ботанічну ідентифікацію меду здійснювали на базі лабораторії кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції НУБіП України (м. Київ). Для цього використовували удосконалену методику ботанічної ідентифікації (Адамчук, 2020).

Фізико-хімічні показники меду досліджували стандартизованими методами згідно з ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» на базі Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК (смт. Чабани, Київська обл.) («Мед натуральний. Технічні умови»: ДСТУ 4497:2005, 2007).

Інформаційна база дослідження – наукометричні бази даних (Web of Science, PubMed, Mendeley, ResearchGate), нормативно-технічна документація, онлайн база пилкових зерен PalDat (<https://www.paldat.org/>).

Пилковий аналіз передбачає ідентифікацію та кількісне визначення пилкових зерен різних видів рослин за допомогою мікроскопічного дослідження, виражене у відсотках. Результати мелісопалінологічного аналізу наведено в таблиці 5.17.

В пилковому спектрі визначають домінуючі, вторинні, незначні пилкові зерна та їхні включення. За їхніми співвідношеннями, а також органолептичними ознаками мед класифікують за конкретними сортами. Відповідно до пилкового спектру в кожному поміж досліджених зразків меду було відзначено по одному домінуючому виду рослин, що свідчить про їхню монофлорність.

Таблиця 5.17. Ботанічна ідентифікація оригінальних сортів меду України
за пилковим спектром, %

Родина	Вид	Зразки							
		1К	23	3Г	4Ч	5Ч	6К	7Ф	8Е
Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i> *							0,3	
	<i>Sambucus racemosa</i>				1,8				
Anacardiaceae	<i>Rhus</i> spp.*							0,3	
Apiaceae	<i>Angelica archangelica</i>				1,3				
	<i>Coriandrum sativum</i>	41,0 ¹					74,0		
	<i>Eryngium planum</i>		1,1						
	NA				0,4				0,4
Asteraceae	<i>Achillea schurii</i>				11,6				
	<i>Antennaria dioica</i>				0,4				
	<i>Artemisia</i> spp.	6,0							
	<i>Artemisia vulgaris</i>					0,2			
	<i>Bellis perennis</i>				0,4				
	<i>Calendula officinalis</i>								0,9
	<i>Centaurea cyanus</i>					0,8			0,9
	<i>Centaurea jacea</i>				1,3	2,8			1,3
	<i>Centaurea marmarosiensis</i>				6,7				
	<i>Cichorium intybus</i>		6,2						
	<i>Cirsium arvense</i>				0,4	10,2			1,3
	<i>Cirsium waldsteinii</i>				1,8				
	<i>Echinacea</i> spp.								10,9
	<i>Erigeron acer</i>				2,2				
	<i>Eupatorium cannabinum</i>		1,4						
	<i>Helianthus annuus</i>	13,0							
	<i>Hieracium atrellum</i>				0,4				
	<i>Hieracium wimmeri</i>				0,9				
	<i>Leontodon repens</i>				0,9				
	<i>Onopordum acanthium</i>		1,1						
	<i>Petasites hybridus</i>				0,4				
	<i>Scorzoneroides autumnalis</i>		0,5						
	<i>Senecio</i> spp.	4,0							
	<i>Senecio vulgaris</i>				2,2	5,2			
<i>Solidago canadensis</i>		82,1							
<i>Tragopogon pratensis</i>	1,0								
<i>Tussilago farfara</i>				0,4					
Balsaminaceae	<i>Impatiens glandulifera</i>				4,5				
	<i>Impatiens</i> spp.							0,4	
Betulaceae	<i>Alnus incana</i>				0,4				
	<i>Corylus avellana</i>				0,4				
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	4,0	5,3			3,0	0,3	1,7	
	<i>Phacelia tanacetifolia</i>						88,2 ²	0,9	
Brassicaceae	<i>Barbarea vulgaris</i>	7,0					0,3		

Родина	Вид	Зразки							
		1К	2З	3Г	4Ч	5Ч	6К	7Ф	8Е
	<i>Bunias orientalis</i>	10,0						1,0	
	<i>Dentaria glandulosa</i>				0,9				
	<i>Campanula glomerata</i>				0,4				
Campanulaceae	<i>Campanula patula</i>				0,9			0,7	
	<i>Cerastium</i> spp.								2,2
Caryophyllaceae	<i>Dianthus tenuifolius</i>				3,1				
	<i>Silene</i> spp.								2,2
	<i>Viscaria vulgaris</i>	8,0							
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>				0,4				
Crassulaceae	<i>Sedum</i> spp.								8,7
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i>			87,0					
Ericaceae	<i>Vaccinium myrtillus</i>				28,1				
Fabaceae	<i>Amorpha fruticosa</i>								0,4
	<i>Astragalus glycyphyllos</i>			0,3					0,4
	<i>Caragana arborescens</i>								1,7
	<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>							1,0	
	<i>Lathyrus pratensis</i>								0,4
	<i>Lathyrus tuberosus</i>							0,3	
	<i>Lotus corniculatus</i>		1,2			5,0		0,3	9,6
	<i>Robinia pseudoacacia</i>							0,3	1,3
	<i>Trifolium repens</i>			5,7	0,9				
	<i>Trifolium</i> spp.					8,0			0,9
	<i>Vicia cracca</i>			6,5				0,7	
Fagaceae	<i>Quercus</i> spp.*				0,4			0,3	
Gentianaceae	<i>Gentiana pneumonanthe</i>				0,4				
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i>				2,7	2,0			9,1
Lamiaceae	<i>Acinos alpinus</i>				0,4				
	<i>Ajuga reptans</i>							0,7	5,2
	<i>Ajuga reptans</i>	1,0							
	<i>Lamium album</i>								0,9
	<i>Lamium galeobdolon</i>				3,1				
	<i>Lamium purpureum</i>	1,0						0,7	
	<i>Lavandula</i> spp.								2,6
	<i>Origanum vulgare</i>				0,9	9,8			
	<i>Salvia sclarea</i>					5,4	8,5		
	<i>Salvia tesquicola</i>		0,5			6,8	15,7		
	<i>Thymus alternans</i>				3,1				
	<i>Thymus serpyllum</i>	1,0				37,0	1,5		
Malvaceae	<i>Tilia cordata</i>							1,0	
	<i>Tilia europaea</i>				0,9				3,0
Orobanchaceae	<i>Euphrasia rostkoviana</i>				0,9				
Papaveraceae	<i>Chelidonium majus</i> *							0,3	
Pinaceae	<i>Pinus</i> spp.*							2,0	
	NA				0,4				
Plantaginaceae	<i>Antirrhinum</i> spp.								0,9

Родина	Вид	Зразки							
		1К	23	3Г	4Ч	5Ч	6К	7Ф	8Е
	<i>Linaria vulgaris</i>								1,3
	<i>Plantago major</i>								3,5
	<i>Veronica baumgartenii</i>				0,9				
Росаеае	NA				2,2				
Primulaceae	<i>Lysimachia punctata</i>								10,0
	<i>Primula poloninensis</i>				0,4				
Ranunculaceae	<i>Adonis aestivalis</i>								0,4
	<i>Caltha palustris</i>				0,4				
	<i>Consolida regalis</i>		0,5						
	<i>Delphinium</i> spp.								1,7
	<i>Ficaria verna</i>				1,8				
	<i>Thalictrum</i> spp.								2,2
	<i>Frangula alnus</i>				2,2				
Rosaceae	<i>Crataegus</i> spp.				0,4				
	<i>Geum</i> spp.								2,6
	<i>Potentilla argentea</i>				0,4				
	<i>Rosa canina</i>							0,3	
	<i>Spiraea</i> spp.								3,5
	NA	1,0							0,4
Rubiaceae	<i>Galium odoratum</i>				0,4				
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> spp.								1,3
Тахасеае	NA							0,3	
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i>				0,4				
Violaceae	<i>Viola arvensis</i>					3,0			
	<i>Viola odorata</i>				1,3				3,5
	<i>Viola tricolor</i>				0,9				
Падеві елементи		1,0	1,0	0,1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2

Примітка: 43,0 % – пилоквих зерен фацелії в пилковому спектрі нектароносних рослин, без урахування наявності пилку рослин, що не виділяють нектар; 91,6 % – пилоквих зерен фацелії в пилковому спектрі нектароносних рослин, без урахування наявності пилку рослин, що не виділяють нектар; * – види, що не виділяють нектар.

Так, зразки меду з Полтавської (1К) та Херсонської (6К) областей містили 41,0 % (або 43,0 %, виключаючи ті види рослин, що не виділяють нектар) та 74,0 % пилоквих зерен *Coriandrum sativum* відповідно. Крім того, до складу меду з Полтавської області входили також 13,0 % пилоквих зерен *Helianthus annuus*, 10,0 % – *Bunias orientalis*, 8,0 % – *Viscaria vulgaris*; 7,0 % – *Barbarea vulgaris*, 6,0 % – *Artemisia* spp., що за кількістю відповідали категорії вторинних компонентів, та 4,0 % – *Senecio* spp., що визначалися як незначні. До того ж, коріандровий мед з Полтавської області вмщував також включення пилоквих зерен рослин з родин *Asteraceae*, *Lamiaceae* та *Rosaceae* та 1,0 % падевих елементів. Водночас вторинні пилкові зерна коріандрового меду з Херсонської області належали рослинам *Salvia tesquicola* (15,7 %) та *Salvia sclarea* (8,5 %),

а незначні – *Thymus serpyllum*, падеві елементи становили 0,3 % від загальної кількості пилкового складу.

Пилковий профіль зразка меду з Харківської області (23) характеризувався домінуванням пилкових зерен золотарника (82,1 %), до його складу також входили вторинні елементи, представлені видами *Cichorium intybus* (6,2 %) та *Echium vulgare* (5,3 %); незначні елементи – *Eupatorium cannabinum* (1,4 %), *Lotus corniculatus* (1,2 %), *Eryngium planum* (1,1 %), *Onopordum acanthium* (1,1 %); включення – *Scorzoneroideis autumnalis* (0,5 %), *Consolida regalis* (0,5 %), *Salvia tesquicola* (0,5 %); а також падеві елементи (0,1 %).

Наступний зразок меду з Полтавської області вміщував 87 % пилкових зерен *Cucurbita pepo*, а також вторинні елементи (*Vicia cracca* (6,5 %), *Trifolium repens* (5,7 %)), включення (*Astragalus glycyphyllos* (0,3 %)) та падеві елементи (0,5 %).

Монофлорний компонент зразка із Закарпатської області був представлений 28,1 % пилкових зерен *Vaccinium myrtillus*. Вторинні пилкові зерна належали рослинам видів *Achillea schurii* (11,6 %) та *Centaurea marmarosiensis* (6,7 %), а незначні – представникам з родин *Adoxaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Balsaminaceae*, *Caryophyllaceae*, *Hypericaceae*, *Lamiaceae*, *Roaceae*, *Ranunculaceae*, *Rhamnaceae* та *Violaceae*. Інші пилкові зерна належали до категорії включень. Крім того, в чорничному меду було зафіксовано 0,5 % падевих елементів.

Зразок меду з Одеської, визначений як чебрецевий (*Thymus serpyllum* (37,0 %)), вміщував вторинні пилкові зерна видів *Cirsium arvense* (10,2 %), *Origanum vulgare* (9,8 %), *Trifolium* spp. (8,0 %), *Salvia tesquicola* (6,8 %), *Salvia sclarea* (5,4 %), *Senecio vulgaris* (5,2 %), *Lotus corniculatus* (5,0 %); незначні елементи, що були представлені видами *Viola arvensis* (3,0 %), *Echium vulgare* (3,0 %), *Centaurea jacea* (2,8 %), *Hypericum perforatum* (2,0 %); включення – *Centaurea cyanus* (0,8 %), *Artemisia vulgaris* (0,2 %); та 0,3 % падевих елементів.

Пилковий профіль наступного зразка меду з Харківської області (7Ф) характеризувався домінуванням пилкових зерен фацелії – 88,2 % (або 91,6 %, виключаючи ті види рослин, що не виділяють нектар). Незначні компоненти пилкового спектру були представлені 2 % пилку сосни, вміст падевих елементів був – 0,2 %, інші зафіксовані пилкові зерна належали до категорії включень.

Зразок меду з Київської області характеризувався домінуванням пилкових зерен ехінацеї – *Echinacea* spp. Вторинні компоненти пилкового спектру належали представникам таких видів рослин: *Lysimachia punctata* (10,0 %), *Lotus corniculatus* (9,6 %), *Hypericum perforatum* (9,1 %), *Sedum* spp. (8,7 %), *Ajuga reptans* (5,2 %); незначні – належали рослинам з таких родин:

Asteraceae, Boraginaceae, Caryophyllaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Plantaginaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Scrophulariaceae та *Violaceae*; до категорії включень належали всі інші пилкові зерна, виключаючи падеві елементи (1,3 %).

Органолептичні властивості меду – це перші ознаки, на які споживач звертає увагу. Органолептичне оцінювання здійснювали за кольором, смаком, ароматом, консистенцією та кристалізацією, наявністю ознак бродіння. Результати органолептичного оцінювання наведено в таблиці 5.18.

Таблиця 5.18. Оцінювання оригінальних сортів меду України за органолептичними показниками

№ зразка	Колір	Смак	Аромат	Кристалізація	Консистенція
1К	світло-коричневий	солодкий, специфічний, різкий	різкий, специфічний, неприємний	дрібнозерниста	кристалічна
2З	світло-жовтий	солодкий, м'який, специфічний	слабкий, квітковий	смальцеподібна	щільна
3Г	яскраво-жовтий	солодкий з гарбузовим присмаком, ніжний	ніжний, квітковий, солодкий	крупнозерниста	кристалічна
4Ч	бурштиново-червоний	солодкий з гірчинкою, пекучий	різкий, специфічний	відсутня	рідка
5Ч	темно-коричневий	солодкий, пекучий, терпкуватий, виразний	різкий, квітково-кислий	відсутня	рідка
6К	світло-коричневий	солодкий, специфічний, різкий	різкий, специфічний, неприємний	дрібнозерниста	кристалічна
7Ф	світло-бурштиновий	солодкий, ніжний, квітковий	ніжний, квітковий	відсутня	в'язка
8Е	оранжево-коричневий	солодкий, слабкий	ніжний, слабкий	відсутня	рідка, тягуча

Аналіз результатів показує, що кольоровий спектр усіх зразків включав різні відтінки коричневої (від світло-коричневого відтінку для коріандрових медів до темно-коричневого відтінку чебрецевого меду), жовтої (світло-жовтий

– золотарникового та яскраво-жовтий – гарбузового меду) та червоної (бурштиново-червоний – чорничного меду) гамм.

Усі досліджені зразки мали солодкий смак та характеризувалися унікальним профілем присмаків, комплекс яких корелював із запахом меду. Так, специфічний різкий смак обох зразків коріандрового меду супроводжувався неприємним специфічним різким запахом. Натомість половина зразків, що була представлена медами з золотарника, гарбуза, фацелії та ехінацеї, мали ніжні специфічні смаки та здебільшого квіткові запахи. Чебрецевий та чорничний меди мали свої специфічні букети, що характеризувалися наявністю пекучого відтінку смаку та різким запахом.

Іншим важливим аспектом органолептичного оцінювання меду є його здатність до кристалізації з часом, що залежить від співвідношення кількості глюкози й фруктози в складі меду, а також від його вологості. Так, глюкоза, основний цукровий компонент більшості видів меду, може спонтанно випадати у вигляді моногідрату глюкози в осад, що супроводжується появою кристалів. В процесі дослідження ознаки кристалізації було виявлено в половині зразків. Так, лише гарбузовий мед характеризувався наявністю крупних кристалів, інші зразки кристалізованого меду мали дрібнокристалічну структуру. Ще в половині зразків не було виявлено ознак кристалізації, тому їхня консистенція була в'язкою для фацелієвого меду та рідкою для інших зразків. Ознаки бродіння були відсутні у всіх зразках.

В процесі дослідження основним орієнтиром щодо фізико-хімічних показників безпечності та якості меду в рамках національної нормативної документації були ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» та Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 19 червня 2019 року № 330. Основними фізико-хімічними параметрами меду, регламентованими вищезазначеними нормативними документами, є вміст цукрів, вологи, мінеральних речовин, електропровідність, вільна кислотність, активність діастази, вміст гідроксиметилфурфуролу (ГМФ) та проліну (Адамчук, Сілонова, Сухенко, & Пилипко, 2021; Valoš et al., 2020). Дані фізико-хімічного аналізу 8 зразків меду зведено в таблицях 5.18 та 5.19.

Усі меди мали показники вологості менше 20 %, що є максимально допустимим значенням, регламентованим Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 19 червня 2019 року № 330. Відповідно до ДСТУ 4497:2005, 75 % досліджених зразків належали вищого гатунку, інші 25 % – до першого.

Результати аналізу вмісту відновлювальних цукрів показали, що масова частка фруктози та глюкози поміж зразків падевого меду коливалася в межах від 38,17 до 74,29 % (табл. 5.19).

Таблиця 5.19. Основні фізико-хімічні показники оригінальних сортів меду України

№ зразка	Масова частка води, % (г/100 г)	Масова частка відновлювальних цукрів, % (г/100 г)	Масова частка сахарози, % (г/100 г)	Електропровідність, мС/см
ДСТУ 4497: 2005 (в.г.)	≤ 18,5	≥ 80	≤ 3,5	0,2–1,0
ДСТУ 4497: 2005 (п.г.)	≤ 21	≥ 70	≤ 6	0,2–1,5
Наказ № 330	≤ 20	≥ 60	≤ 5	≤ 0,8
Досліджувані зразки меду				
1К коріандровий	15,0	52,53	14,64	2,29
2З золотарниковий	19,8	61,88	15,17	2,29
3Г гарбузовий	17,8	53,27	14,29	1,88
4Ч чорничний	18,4	39,88	26,15	4,16
5Ч чебрецевий	19,7	54,67	11,37	2,15
6К коріандровий	17,6	68,41	1,77	2,15
7Ф фацелієвий	16,9	74,29	3,08	2,19
8Е ехінацейний	15,6	38,17	9,72	1,46

Відповідно до ДСТУ 4497:2005, сумарне значення вмісту глюкози та фруктози має становити не менше 70 % для меду першого ґатунку та понад 80 % – для меду вищого ґатунку. Отже, лише один зразок (фацелієвий мед) відповідав вимогам ДСТУ 4497:2005 та належав до категорії першого ґатунку. Натомість, за Наказом № 330, золотарниковий, коріандровий мед з Херсонської обл. та фацелієвий сорти відповідали вимогам вищезгаданого нормативного документу, показники вмісту відновлювальних цукрів у інших зразках були поза межами допустимих значень.

Уміст сахарози поміж досліджуваних зразків варіював від 1,77 до 26,15%. Допустимим рівнем, встановленим ДСТУ 4497:2005, вважається вміст сахарози в значеннях менше 6%. Проте, мед вищого ґатунку має містити не більше ніж 3,5% сахарози. Поміж досліджених зразків меду лише чверть – коріандровий та фацелієвий, належала до категорії меду вищого ґатунку. Показники умісту сахарози в інших досліджених зразках меду перевищували допустиму норму за цим критерієм згідно з ДСТУ 4497:2005, а також Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України № 330. Високі показники вмісту сахарози водночас з нормальними показниками вологості можуть свідчити про його незрілий стан або фальсифікацію цукровим сиропом. Враховуючи, що показники вологості всіх досліджених зразків були в межах норми, факт незрілості цих медів можна виключити. Крім того, відсутність кристалізації меду може свідчити

про низький коефіцієнт співвідношення глюкози до фруктози, що притаманно, наприклад, медам з акації або ж про підгодівлю бджіл цукровим сиропом. Поміж досліджених зразків меду, показник масової частки сахарози, яких перебував поза нормою, чорничний, чебрецевий та ехінацейний сорти меду не мали ознак кристалізації.

Відповідно до регламенту щодо якості меду в Україні, електропровідність меду вищого ґатунку встановлена в діапазоні від 0,2 до 1,0 мС/см, першого ґатунку – від 0,2 до 1,5 мС/см за ДСТУ, або не більше ніж 0,8 мС/см – за Наказом № 330. Значення електропровідності в досліджених зразках були від 1,46 до 4,16 мС/см та сильно перевищували вимоги національної нормативної бази, за винятком ехінацейного меду, показники якого відповідали категорії меду першого ґатунку. Висока електропровідність меду може свідчити про його мінералізацію, котра варіює залежно від географічного походження сортів меду та може свідчити про їхню унікальність.

За ДСТУ 4497:2005, максимальне значення вільної кислотності має становити не більше ніж 40 мекв./кг або 50 мекв./кг для меду вищого та першого ґатунків відповідно. Усі досліджені зразки оригінальних сортів меду відповідали стандартам національної нормативної бази та належали до категорії вищого ґатунку за ДСТУ. Загалом показники кислотності варіювали від 19,5 мекв./кг для коріандрового меду з Херсонської обл. до 40,0 мекв./кг – для фацелієвого меду (табл. 5.20).

Таблиця 5.20. Показники біологічної активності оригінальних сортів меду України

№ зразка	Кислотність, міліекв. NaOH (0.1 моль/дм ³) на 1 кг	ГМФ, мг/кг	Діастаза, од. Готе	Пролін, мг/кг
ДСТУ 4497: 2005 (в. г.)	≤ 40	≤ 10	≥ 15	300
ДСТУ 4497: 2005 (п. г.)	≤ 50	≤ 25	≥ 10	300
Наказ № 330	≤ 50	≤ 40	≥ 8 ¹	180
Дослідні зразки				
1К коріандровий	29,0	26,0	46,06	593,00
2З золотарниковий	29,0	14,3	30,49	263,09
3Г гарбузовий	29,0	7,1	35,43	244,18
4Ч чорничний	31,0	4,2	78,60	319,85
5Ч чебрецевий	28,0	0,9	49,96	470,45
6К коріандровий	19,5	1,4	40,55	800,65
7Ф фацелієвий	40,0	7,6	34,33	414,79
8Е ехінацейний	25,0	8,0	38,75	532,78

ДСТУ 4497:2005 регламентує максимальний вміст гідроксиметил-фурфуролу для меду вищого ґатунку – 10 мг/кг та для меду першого ґатунку – 25 мг/кг. Так, 75 % усіх досліджених зразків належали до категорії меду вищого

гатунку, а золотарниковий мед – до категорії меду першого гатунку. Водночас показник вмісту ГМФ у зразку коріандрового меду з Полтавської обл. перевищував допустимі значення за ДСТУ, хоча й не виходив за межі допустимих значень, регламентованих Наказом № 330. Отже, для золотарникового та коріандрового медів виникає потреба в подальшому дослідженні вмісту ГМФ через їхні можливі сортові особливості.

Усі досліджені зразки відповідали положенням обох нормативних документів щодо активності діастази. Показники активності останньої варіювали від 30,5 для золотарникового меду до 78,6 од. Готе – для чорничного меду. Активність діастази коріандрового меду була 46,1 од. Готе для зразка з Полтавської області та 40,6 од. Готе – з Херсонської обл. Гарбузовий мед характеризувався активністю діастази майже 35,4 од. Готе подібно до фацелієвого меду (34,3 од. Готе), ехінацейний – 38,8 од. Готе. Для чебрецевого меду діастазна активність мала високий показник та становила орієнтовно 50 од. Готе. Загалом активність діастази різнилася поміж досліджених зразків меду, що може бути показником автентичності останніх.

Уміст проліну всіх досліджених зразків відповідав вимогам нормативної документації. Варто виокремити високий показник вмісту проліну для коріандрового меду з Херсонської обл. (800,7 мг/кг), що ймовірно було зумовлено його високою монофлорністю та наявністю нектару лікарських рослин – шавлій та чебрецю. Для коріандрового меду з Полтавщини, в порівнянні з іншими, також був характерний високий вміст проліну – 593,0 мг/кг. Отже, для коріандрового меду характерний високий вміст проліну, що підвищується зі збільшенням монофлорності. Подібними до коріандрового меду з Полтавщини значеннями показника вмісту проліну характеризувався також ехінацейний мед – 532,8 мг/кг. Значно менше проліну вміщували монофлорні меди з чебрецю та фацелії – 470,5 мг/кг та 414,8 мг/кг, ще менше – мед із чорниці (319,9 мг/кг). Найнижчі показники вмісту проліну були зафіксовані для золотарникового та гарбузового сортів меду – 263,1 мг/кг та 244,2 мг/кг відповідно.

Тому можна зробити такі висновки: ботанічне походження меду, підтверджене мелісопалінологічним аналізом, визначало унікальний профіль органолептичних показників; ступінь монофлорності впливає на фізико-хімічні показники меду (як пролін для коріандрового); для оригінальних сортів меду доцільним може стати перегляд національної нормативної бази щодо коригування вимог оцінювання його безпечності та якості за фізико-хімічними показниками.

Автори висловлюють подяку бджолярам, які надали зразки оригінальних сортів меду для досліджень: Володимиру Пилипчуку (Харківська обл.), Тетяні

Сенчук (Полтавська обл.), Віктору Паппу (Закарпатська обл.), Олександру Васильєву (Одеська обл.), Івану Стуброву (Херсонська обл.), Ользі Нестеренко (Київська обл.).

5.3. Антиоксидантні властивості меду

Нині на світовому ринку харчових продуктів спостерігається активний попит на натуральну продукцію з фізіологічно корисними складовими, яка позитивно впливає на здоров'я та зміцнює імунітет. У постковідну епоху тренд здорового харчування перестає бути просто захопленням, а підхід до вибору продуктів стає більш усвідомленим. Зважаючи на таку орієнтованість споживачів, виникає необхідність вивчення властивостей продуктів, які зумовлюють функціональний вплив на організм. Одним з таких показників є антиоксидантна активність (АОА).

Через високу біологічну цінність бджолиного меду попит його споживання зростає. Мед набув особливої популярності як джерело природних антиоксидантів, які захищають організм людини від негативних впливів вільних радикалів (Piszc & Głód, 2019; Mărgăoan et al., 2021). Вільні радикали можуть окислювати нуклеїнові кислоти, білки, ліпіди і потенційно можуть ініціювати дегенеративні захворювання. Є дані, які вказують на роль окислювального стресу в процесі старіння (Gilca et al., 2007, Muller et al., 2007). Антиоксиданти деактивують дію окиснення вільних радикалів, тим самим очищують клітини від шкідливих сполук, уповільнюють процеси старіння, підвищують стійкість організму до несприятливих зовнішніх чинників (Raz & Daugherty, 2018). Науково доведено, що антиоксиданти знижують ризик хронічних захворювань, включно з деякими видами раку, хворобами серця тощо. (Bjelakovic et al., 2004; Khalil & Sulaiman, 2010). Протизапальні властивості натурального меду зменшують вираженість легеневих симптомів під час вірусних захворювань, зокрема, COVID-19, що є досить важливим у сучасних умовах (Mustafa et al., 2020; Kaur et al., 2018; Xu et al., 2020).

Продуктування вільних радикалів здійснюють клітини, проте через вплив чинників навколишнього середовища (ультрафіолетове випромінювання, шкідливі звички, токсичні викиди заводів тощо) їхня кількість може збільшитися. Тому важливо компенсувати вміст антиоксидантів споживанням продуктів, багатих на ці біологічно активні компоненти (Hoyos-Arbeláez, 2017).

У натуральному меді антиоксидантну дію проявляють як ферментативні, так і неферментативні речовини. Поміж основних біологічно активних сполук є флавоноїди (хризин, піносембрін, кверцетин, галангін, кемпферол, гесперетин

і міцетицин), фенольні кислоти (кавова, кумарова, елагова, ферулова і хлорогенова кислоти), аскорбінова кислота, каталаза, пероксидаза, каротиноїди та мейларди (Çakıcı et al., 2013). Флавоноїди (низькомолекулярні фенольні сполуки) є необхідними компонентами для аромату та антиоксидантних властивостей меду. Окрім біологічно-активної цінності фенольні компоненти є перспективними маркерами для визначення ботаніко-географічного походження меду (Socha et al., 2011).

Кількість і тип антиоксидантів значною мірою залежать від ботанічного походження меду, регіону, де він виробляється, застосованих технологічних процесів, а також сезонних та екологічних чинників (Al et al., 2009; Ferreira et al., 2009; Khalil et al., 2012).

Мед містить складні суміші поліфенолів, склад яких властивий рослинам, з яких бджоли збирали нектар. Найвища концентрація поліфенолів виявлена в меду з різнотрав'я, зокрема понад 80 % цих сполук представлена флавоноїдами. Для порівняння, вміст цих сполук у соняшниковому меду складає до 75 % (Predescu et al., 2015). Кількість фенольних сполук в падевому меду в 20 разів більша, ніж у ріпаковому. Водночас вміст флавоноїдів перевищував відповідно у 5 разів. Загальна антиоксидантна активність падевого меду становить 72 %, що в середньому на 55 % вище за аналогічний показник ріпакового, соняшnikового та поліфлорного медів (Chirsanova et al., 2021).

Натуральний мед – продукт насичений вітамінами, які додатково теж зумовлюють антиоксидантну дію. Встановлено, що вміст вітаміну С в 1 г меду, отриманого з квіткового нектару вересу становить 40–50 мкг, гречки – 40–120, м'яти – 1200–2500 мкг. Крім цього, у складі меду можуть бути такі антиоксиданти як кобаламін (вітамін В12), фолієва кислота (В6), філохінони (К), холіни та ін. (Китаєва, 2017).

Якості та біологічній цінності натурального меду у світі приділяють особливу увагу та запроваджують суворі стандарти натуральності. Міжнародна комісія, яка об'єднує 115 країн світу – «Апімондія» (ІНС), з питань якості та безпечності меду працює над удосконаленням методів його аналізування та розробляє нові критерії оцінювання. Водночас передбачено вивчення властивостей різних сортів меду за географічним та ботанічним походженням.

Біологічно активні властивості медів, отриманих на території України, на сьогодні залишаються малодослідженими. Першочергово це зумовлено тим, що відповідно до чинного законодавства, за винятком діастази та проліну, немає потреби контролювати показники, які зумовлюють біологічну активність. Проте краще вивчення сортових особливостей меду є досить актуальним, адже це

необхідно для повноцінної легальної міжнародної торгівлі медом та його класифікації.

Оскільки антиоксидантний потенціал меду безпосередньо пов'язаний із вмістом у ньому фенолів та флавоноїдів, оцінку потенціалу поглинання вільних радикалів медом визначають проведенням аналізу зі стабільним хромоген-радикалом DPPH. Застосовуючи метод спектрофотометрії фіксують зміни оптичної густини досліджуваних екстрактів і за ступенем інгібування радикала визначають АОА (рис. 5.4). Висока активність поглинання DPPH відповідно забезпечує високу антиоксидантну активність зразка (Адамчук та ін., 2019).



Рис. 5.4. Визначення АОА меду: а) фільтрування екстрактів; б) інгібування DPPH антиоксидантами

В процесі досліджень біологічно активних властивостей найбільш поширених сортів меду визначили, що їхній показник АОА був в межах 5,0–8,2 % у водному розчині та 3,0–8,4 % у спиртовому (табл. 5.21) (Адамчук і Сухенко, 2020).

Таблиця 5.21. Антиоксидантна активність традиційних сортів меду (n=3)

Ботанічне походження	%, монофлорності	Потенціал екстракту X±s, %	
		вода	метанол
липовий	56, <i>Tilia cordata</i>	5,0±0,38	3,8±0,11
ріпаковий	82, <i>Brassica napus</i>	6,9±0,26	5,1±0,62
соняшниковий	87, <i>Helianthus annuus</i>	6,4±0,28	4,2±0,07
акацієвий	45, <i>Robinia pseudoacacia</i>	7,6±0,67	8,4±0,83
синяковий	62, <i>Echium vulgare</i>	5,5±0,62	3,0±0,81
гречаний	47, <i>Fagopyrum esculentum</i>	8,2±0,2	6,9±0,29
вересовий	39, <i>Calluna vulgaris</i>	8,1±0,31	7,0±0,08

Примітка. X – середньоарифметичне значення АОА; Δ – похибка вимірювання.

Зазначено, що антиоксидантна активність акацієвого меду в спиртовому розчині була вищою, ніж у водному, тоді як у решти сортів – навпаки. Зокрема, за виключенням акацієвого, середній показник екстракту у воді інших сортів меду переважав значення у метанолі на 1,7 %. Як видно з таблиці 5.1, рівень антиоксидантних властивостей залежить від ботанічного походження. Високою АОА медів характеризувались сорти: гречаний, вересовий, акацієвий, а найменшою – липовий та синяковий.

Низка авторів (Soares et al., 2017; Alves et al., 2013) зазначають тенденцію вересового меду демонструвати високий вміст фенолів (500,8 мг GAE/kg). Найнижчий рівень зазначено в лавандовому та меду фруктових дерев (Soares et al., 2017).

В літературних джерелах є досить багато даних, які вказують на взаємозв'язок фізико-хімічних властивостей меду з природно-кліматичними чинниками (Kadri et al., 2017; Lazarević et al., 2017). Властивості меду з однаковим рослинним джерелом, але різного географічного походження, можуть деякою мірою відрізнятися через різні кліматичні умови і типу рослинності в різних географічних регіонах (Адамчук, 2014; Karabagias, 2017; Lazarević et al., 2017). Повідомлялося, що високотемпературні умови вирощування (25–30 °C) значно підвищують антиоксидантну активність рослин, тоді як рослини, вирощені за нижчих температур (12–18 °C), зазвичай мають нижчу антиоксидантну активність (Wang & Zheng, 2001).

Досі отримано мало досліджень, які б характеризували біологічну активність меду одного ботанічного походження, але вироблених в різних регіонах України. Наразі такий експеримент проведено з 5 сортами меду (соняшниковий, ріпаковий, акацієвий, гречаний, літнє різнотрав'я), які були отримані в центральній, східній та західній частині України (табл. 5.22).

Найбільшу біологічну цінність за АОА мав соняшниковий мед, отриманий в Житомирській області. Його потенціал в обох екстрактах в середньому переважав на 4 одиниці інші зразки соняшникового меду. Варто зазначити, що зразки, отримані в Київській, Донецькій та Харківській областях суттєво не відрізнялися і були на рівні 6,4 та 4,4 % у водному та метанольному розчинах відповідно. Подібні результати отримували й інші вчені (Kryvuyi et al., 2021).

У порівнянні зі зразками ріпакового меду Київської області, загальна АОА аналогічного сорту Житомирщини була вищою на 1,7 та 0,9 одиниці у водному та спиртовому екстрактах.

Активність поглинання DPPH приготовлених екстрактів акацієвого меду варіювала від 3,3 до 7,6 % у воді та 3,9–8,4 % – у метанолі. Варто зазначити, що потенціал акацієвого меду, отриманого в Донецькій області характеризувався

практично вдвічі більшою АОА, відносно акацієвих медів Житомирського та Київського регіонів. Крім цього, відмінною особливістю акацієвого меду, виробленого в Донецькій області була найвища АОА у спиртовому розчині (8,4).

Таблиця 5.22. Антиоксидантні властивості медів різного регіонального походження (n=3)

Регіон походження (область)	Екстракт меду, %	
	вода	метанол
<i>Соняшниковий</i>		
Житомирська	10,4	7,9
Київська	6,3	5,1
Донецька	6,4	4,0
Харківська	6,4	4,2
<i>Ріпаковий</i>		
Житомирська	6,9	5,1
Київська	5,2	4,2
<i>Акацієвий</i>		
Житомирська	4,9	3,9
Київська	3,3	3,9
Донецька	7,6	8,4
<i>Гречаний</i>		
Житомирська	8,2	6,9
Київська	11,4	7,4
<i>Літнє різнотрав'я</i>		
Житомирська	9,1	4,6
Київська	5,0	3,4
Донецька	7,01	5,6
Івано-Франківська	5,8	8,1

Поміж зразків меду, отриманого в Київській області найкращою біологічною активністю характеризувався гречаний сорт. Значення його АОА на 39,0 % у водному та 7,3 % у метанольному екстрактах було вищим за показники гречаного меду Житомирщини.

Різнотравний мед літнього періоду було відібрано з чотирьох регіонів України. Загальна антиоксидантна активність цих зразків меду у водному та спиртовому розчинах була в межах відповідно 5,0–9,1 % та 3,4–8,1 %. Треба зауважити, що у водному екстракті кращу активність виявляли поліфлорні меди Житомирської (9,1 %) та Донецької (7,1 %) областей, а в спиртовому – Івано-Франківської (8,1 %).

З огляду на результати, наведених у табл. 5.2, стає зрозуміло, що антиоксидантна активність залежить не лише від ботанічного походження зразків, але й від географічного походження. Посилаючись на дослідження низки авторів (Wang & Zheng, 2001, Адамчук, 2014; Kadri et al., 2017; Lazarević et al.,

2017; Karabagias, 2017; Lazarević et al., 2017) можемо припустити, що ймовірними причинами відмінності АОА медів одного сорту, які були отримані в різних регіонах, могли бути ультрафіолетове випромінювання, температура, нестача вологи або наявність мінеральних поживних речовин.

Віднедавна увагу науковців привертає бджолиний забрус (мед з верхньої частини стільників). До останнього часу пасічники такий мед відціджували та змішували з центрифужним, а віск перетоплювали (Закалюжний, 2014). Частка меду в зрізаній масі стільника займає 90,3 % за умови запечатаного по всій площі, та 88,9 % – на половині (Безпалій, 2011). Дотепер з'являються наукові дослідження, які вказують на високу біологічну цінність забрусового меду (Діхтяр, 2018; Кругуї et al., 2021). Хімічний склад забрусового меду дуже різноманітний і непостійний, залежить від погодних умов, виду нектароносних рослин та ін. Цей мед містить вітаміни А, С, Е і групи В, білки, макро- і мікроелементи, органічні кислоти, різноманітні ферменти, смоли, бальзами, жири, вуглеводи і т. д. (Закалюжний, 2014). Порівнюючи з відкачаним медом, склад забрусового має деякі відмінності, а саме наявність секрету слинних залоз бджіл, прополісу, квіткового пилку та ін. У забрусовому меду міститься в десять разів більше ферменту лізоциму, ніж у центрифужному. Лізоцим локалізується у верхній частині комірок стільника завдяки меншій питомій вазі (1 г/см³), ніж мед (1,3 см³), тому не розповсюджується рівномірно по всій комірці. (Нагорна і Левченко, 2005; Безпалій, 2011). Встановлено (Кругуї et al., 2021), що антиоксидантна дія соняшникового меду з верхньої частини стільників у водних та спиртових екстрактах становить 11,4 та 8,6 % відповідно. Це на 2,3 та 4,0 % вище, ніж у забрусовому меду різнотравного походження (рис. 5.5).

Відносно біологічної активності забрусового та центрифужного соняшникового меду, можна зауважити, що АОА останнього нижча практично у 2 рази. Очевидно це зумовлено меншим комплексом біологічно активних складових.

Раніше в літературі повідомлялося, що темний мед зазвичай має вищу антиоксидантну активність *in vitro*. Зазвичай кількість фенольних сполук у світлому меду нижча, ніж у темних сортах. Темний колір меду може бути зумовлений високим вмістом поліфенолів у ньому (Aljadi & Kamaruddin, 2004; Jasicka-Misiak et al., 2011). Поміж досліджених зразків португальського меду вересовий мед (найтемніший) продемонстрував найвищу антиоксидантну активність *in vitro*. За зменшенням цього показника були каштановий та евкالیптовий мед (Karabagias et al., 2018). Soares та ін. (2017) вважають, що колір меду, який головним чином залежить від джерела нектару, також можна використовувати як показник антиоксидантної сили меду.

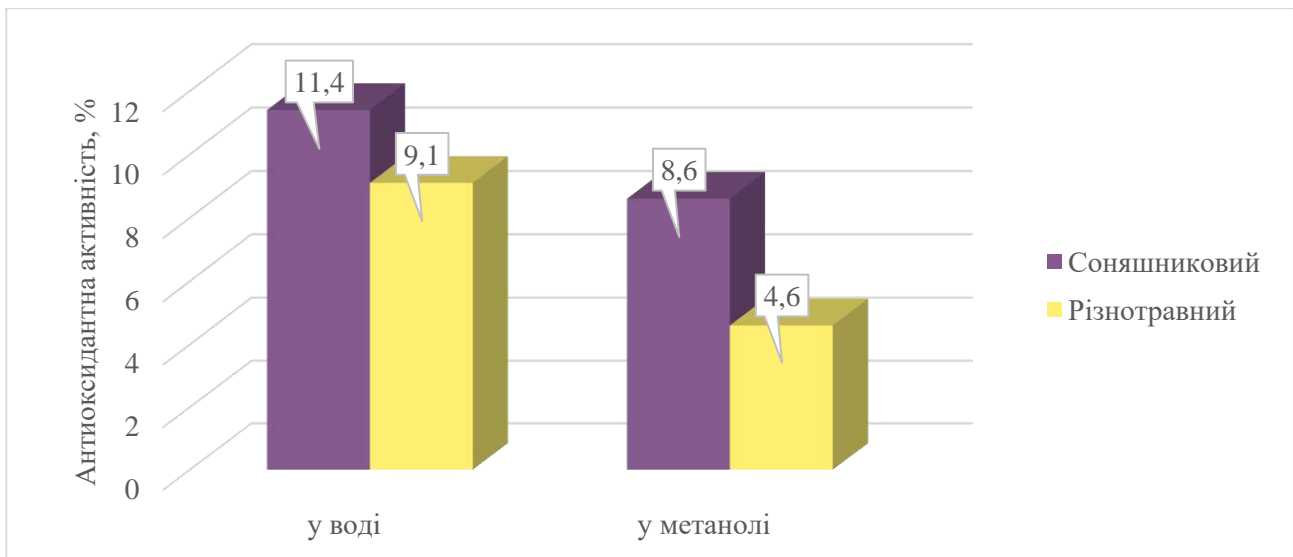


Рис. 5.5 Антиоксидантна активність забрусового соняшникового та різнотравного меду.

Встановлено, що показник антиоксидантної активності гречаного меду проти липового був вищим на 3,2 % у водному та 3,1 % у спиртовому екстрактах (рис. 5.6) (Адамчук і Сухенко, 2020).

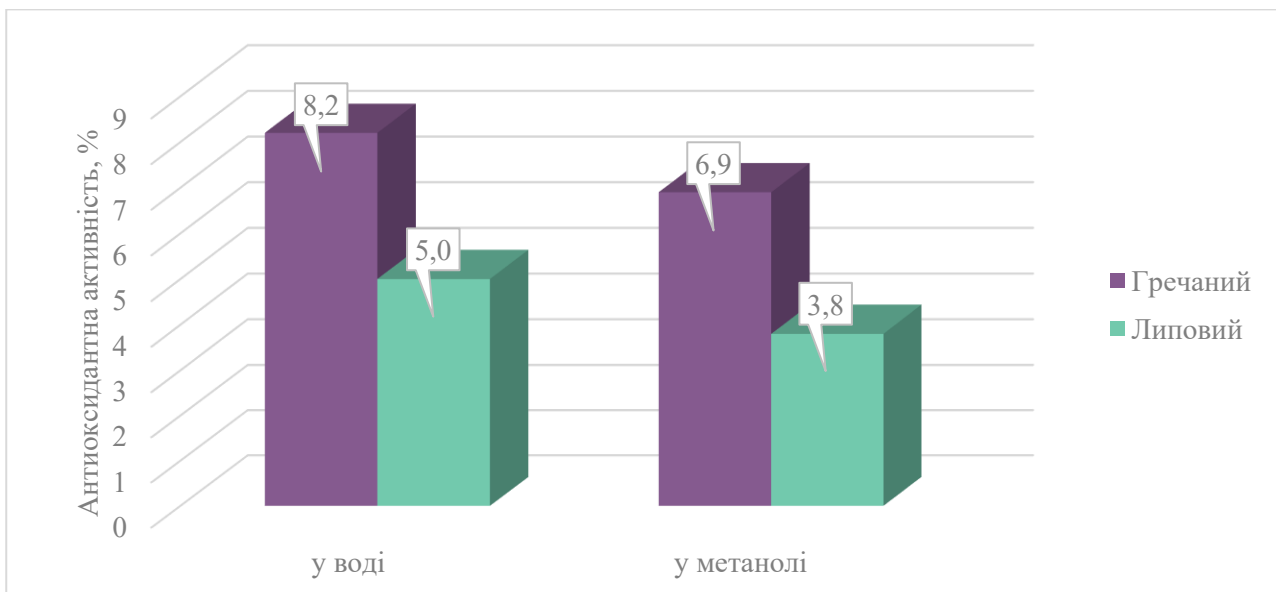


Рис. 5.6 Антиоксидантна активність темних і світлих сортів меду

В умовах величезного впливу на бджіл (використання пестицидів, обмеження природного середовища існування, ураження інфекціями, дефіцит кормів) є гостра потреба додаткового використання нектароносних рослин, розширення їхнього різноманіття, вирощування малопоширених видів (Кучерявий, 2018; Діхтяр, 2019; Новгородська та ін., 2021). Внаслідок зменшення кількості великих господарств, порушення сівозмін у рослинництві та у зв'язку

з великою розораністю земель, зменшується забезпеченість бджолиних сімей кормовими ресурсами. Використання продуктивних малопоширених медоносів дає змогу покращити кормову базу, створити безперервний взяток нектароносів, розширити видове різноманіття кормів для бджіл (Новгородська, 2021).

Поміж культивованих медоносів в Україні останнім часом почали з'являтися цілі медоносні поля лаванди, що дає змогу забезпечити бджіл кормами та отримати цінний екологічно-якісний лавандовий мед (Мірзосєва, 2019; Адамчук, 2021). Дослідження хімічних показників лавандового меду виявили, що він містить 38,7 % глюкози, 41,9 % фруктози та 7,2 % сахарози (Кременчук, 2020).

Зважаючи, що лаванда це теплолюбний чагарник, раніше його здебільшого вирощували на півдні України та Криму. Проте через кліматичні зміни (підвищення температури, зменшення кількості опадів) утворилися сприятливі умови вирощування лаванди також і в інших агрокліматичних умовах України (Кременчук, 2020).

Експериментальними дослідженнями було встановлено антиоксидантну та біологічну активність лавандового меду роду *Lavandula*, отриманого в Україні. Зокрема, вміст флавоноїдів та фенольних сполук у досліджених зразках в середньому складав 34,1 та 12,2 мг/г відповідно (табл. 5.23).

Таблиця 5.23. Біологічна активність лавандового меду

Показник	Зразок меду					
	№ 1		№2		№ 3	
	X±s	Cv, %	X±s	Cv, %	X±s	Cv, %
Флавоноїди, мг QE/г	34,5±0,12	6,3	33,8±0,18	7,1	34,1±0,21	5,3
Фенольні сполуки, мг САЕ/г	12,7±0,34	5,6	11,6±0,16	6,0	12,3±0,48	5,5
Поліфеноли мг ГАЕ/г	21,4±0,13	1,3	19,8±0,41	2,7	21,6±0,52	2,1
АОА мг/мл, водний розчин	0,24±0,002	2,4	0,31±0,01	2,5	0,27±0,05	1,9
АОА мг/мл, спиртовий розчин	0,26±0,002	1,3	0,38±0,06	2,0	0,35±0,08	2,0

Кількість поліфенолів була в межах 20,0–22,0 мг/г. Визначено, що показник АОА лавандового меду у спиртовому розчині на 22 % вищий, ніж у водному (Адамчук, 2021).

Медоносне різноманіття флори окремих регіонів дає змогу отримувати оригінальні сорти меду (Karabagias et al., 2020).

Через природно-кліматичні зміни, а також у зв'язку із застосуванням нових технологій у бджільництві, дедалі частіше виробники пропонують нові сорти меду. Поміж таких в Україні є фацелієвий, коріандровий, чорничний,

золотарниковий та ін. Відтак виникає потреба їхнього подальшого вивчення (Адамчук та ін., 2021).

Фацелієвий та коріандровий мед належать до високосортних сортів натурального меду. Використання цих культур дає змогу формувати безперебійний конвеєр високопродуктивних медоносних рослин (Адамчук і Білоцерківець, 2015).

Встановлено біологічну активність коріандрового (*Coriandrum sativum*) та фацелієвого (*Phacelia tanacetifolia*) медів, отриманих з центральних регіонів України. Загальна антиоксидантна активність цих медів знаходилася в межах 6,2–7,7 % у водному екстракті та 3,7–6,2 % – у спиртовому (рис. 5.7).

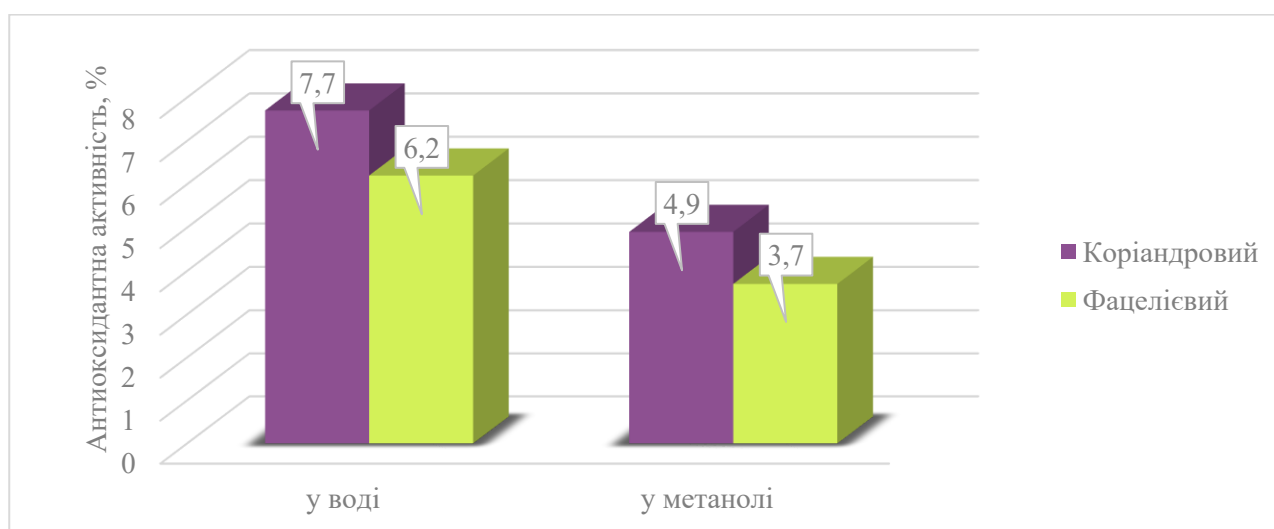


Рис. 5.7. Антиоксидантна активність оригінальних сортів меду

Вищий потенціал спостерігали у коріандровому меду у водному розчині (7,7 %), в спиртовому екстракті він був на 1,5 % нижчим.

Попри наявність значної кількості інформації про антиоксидантні властивості меду з різних географічних регіонів, є зовсім обмежена інформація про зміни цих характеристик під час тривалого його зберігання. У науковій літературі повідомляється про суперечливі результати. Наприклад, Wang та ін. (2004) зафіксували зменшення антиоксидантних властивостей гречаного та конюшинового меду після 6 місяців зберігання на 24 та 30 % відповідно. Своєю чергою Gheldof та ін. (2002) за тією ж методикою не виявили змін антиоксидантної активності меду, що зберігався понад 2 роки. Тому, умови зберігання ймовірно мають визначний вплив на АОА меду.

В Україні експериментально досліджено АОА соняшникового меду, який зберігали за кімнатної температури впродовж одного року. За результатами

проведеного оцінювання встановлено, що антиоксидантна активність зменшилася на 1,1 % у водному екстракті та на 1,9 % у метанольному (Діхтяр, 2019; Кругуви et al., 2021). Зниження активності поглинання радикалів DPPH через рік зберігання також було виявлено у люцерновому, лотосовому, чебрецевому та поліфлорному медах. За період зберігання антиоксидантна дія цих медів в середньому зменшилася вдвічі (Zarei et al., 2019).

Отже, всі українські меди різного ботанічного та регіонального походження характеризуються доброю антиоксидантною здатністю. Відмінності між зразками меду щодо біологічної активності можна пояснити природними варіаціями квіткових джерел нектару та місцем зростання. Високу (8,2–11,4 %) антиоксидантну дію у водному розчині встановлено у гречаному (Київська та Житомирська обл.), соняшниковому (Житомирська обл.), різнотравному (Житомирська обл.). У спиртовому екстракті найкращі (7,9–8,4 %) АОА зазначено у зразках акацієвого (Донецька обл.), різнотравному (Івано-Франківська обл.) та соняшниковому (Житомирська обл.).

5.4. Вміст антибіотиків у меду

Мед натуральний позиціонується, як харчовий продукт з профілактично-лікувальною дією на організм людини, та може використовуватися, як сировина для виготовлення страв з підвищеною біологічною цінністю. Мед натуральний також включено у рекомендації ВООЗ щодо попередження Ковід-19. Однак, цінним цей продукт може бути лише за дотримання вимог безпечності та якості під час його виробництва, первинної обробки та подальшого перероблення. Зважаючи на широке застосування меду в харчовій промисловості, є актуальним всебічне дослідження його безпечності, як готового продукту, так і сировини.

Відповідно до національних та міжнародних стандартів, контроль якості та безпечності меду, окрім органолептичних та фізико-хімічних показників, передбачає також визначення гранично допустимих залишків антибіотиків, сульфаніламідних препаратів, пестицидів, важких металів, радіонуклідів, пилку ГМО та інших контамінантів (Постоєнко, Лазарева & Яремчук, 2019; Хамід та ін., 2020).

Неодноразово порушуються питання гармонізації діючих вимог до меду натурального з країнами ЄС (Сілонова, Пилипко, Сухенко & Адамчук, 2020). Відповідно з ДСТУ 4497:2005 Мед натуральний. Технічні умови, у меду не допускається вміст тетрацикліну та стрептоміцину. Регламентується вміст левоміцетину (хлорамфенікол) у кількості не більше ніж 0,3 мкг/кг, нітрофурану за АОЗ – 0,6 мкг/кг та АМОЗ – 0,6 мкг/кг.

Згідно з чинним законодавством європейської співдружності, зокрема, Регламенту (ЄС) № 853/2004 Додатку 1 Розділу 8 п. 8.1., мед віднесено до «продукції тваринного походження». Водночас, вміст антибіотиків у цьому Регламенті визначається тільки щодо сирого молока. Проте Регламент (ЄС) №853/2004 відсилає до Директиви 96/23/ЕС (35), у якій йдеться про мед (Статті 5 Частині 2) і вимоги до його безпечності та якості, включно й до вмісту залишків антибіотиків (сторінка 25, Додаток 2 Директиви).

Регламент (ЄС) 2019/6 визначає порядок використання лікарських засобів та вказує, що антибіотики не треба застосовувати для профілактики захворювань, крім як у виняткових випадках, лише для введення деяким сім'ям. Також пересічний пасічник не може придбати антибіотики без заключення ветеринарного лікаря. Все це є запобігання потрапляння антибіотиків у мед, як в харчовий продукт чи сировину у країнах ЄС. Директива Ради 2001/110/ЄС про мед не містить вимог до вмісту антибіотиків.

Однак, в Україні не має чіткого нагляду за реалізацією та застосуванням антибіотичних лікарських препаратів. Антибіотики потрапляють у мед різними шляхами, переважно це залишки ветеринарних препаратів, якими обробляють бджіл з профілактичною та лікувальною метою (Kumar, Gill, Bedi, & Chhuneja, 2020). Також антибіотики у продукцію бджільництва можуть потрапляти через недотримання ветеринарно-санітарних вимог утримання бджіл, зокрема, розміщення пасік біля фармацевтичних підприємств, тваринницьких ферм, сміттєзвалищ (Bonerba, et al., 2021). Причиною забруднення антибіотиками меду також може бути вода (Lima, et al., 2020). В Україні дослідженням антибіотиків в меді займалися науковці (Мягка, Єфіменко & Односум, 2020; Мягка, Костюк & Лінійчук, 2021) та приватні лабораторії в межах підприємств, що експортують продукт.

Далі представлено наше дослідження вмісту залишків антибіотиків у меду натуральному для подальшого перероблення у харчовій промисловості.

Матеріалом слугували 300 зразків меду, отриманих з пасік України у 2019–2021 роках. Передані зразки меду ідентифіковано, як мед для подальшої перероблення у харчовій галузі. Дослідження проводили на базі лабораторії факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК та виробничої лабораторії ТОВ «Асканія Пак», яка має найбільші потужності в Україні з перероблення та експорту меду.

Відбір зразків здійснювали стандартизованим методом (ДСТУ 4497:2005 Мед натуральний. Технічні умови). Вміст залишкової кількості антибіотиків досліджували методом імуноферментного аналізу (ІФА) на імуноферментному аналізаторі ImmunoChem-2100 загальноприйнятим методом (Кляп та ін., 2020).

Досліджували хлорамфенікол, синтоміцин, тетрациклін, стрептоміцин, сульфатіазол, сульфаметазин метронідазол та нітрофурані (Max Signal® Nitrofurazon (SEM) та Max Signal® Furazolidone (AOZ)). Отримані результати статистично опрацьовували з використанням операторів Excel.

У результаті проведених досліджень залишки антибіотиків знайшли в 53 зразках. Залишки тетрацикліну було виявлено у 8 зразках, що був у межах від 2,8 до 89,9 мкг/кг меду (рис. 5.8).

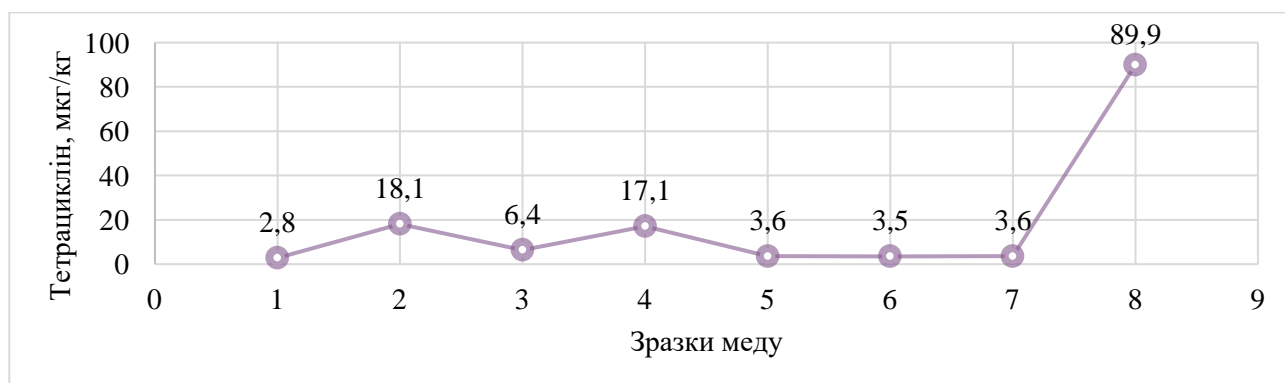


Рис. 5.8. Вміст залишків тетрацикліну в меду, мкг/кг

З них два зразки також містили стрептоміцин. Загалом стрептоміцин знаходили у 20 зразках у межах від 1,6 до 23,5 мкг/кг меду (рис. 5.9).

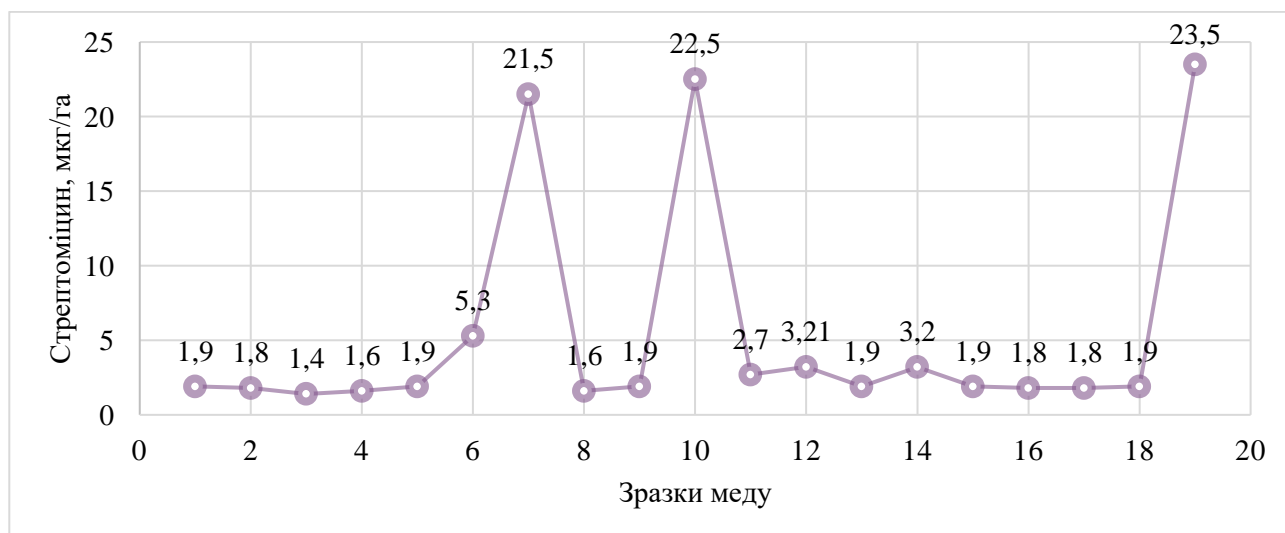


Рис. 5.9. Вміст залишків стрептоміцину в меду, мкг/кг

Отже, з 300 досліджених зразків, 26 не можуть бути допущені до використання у харчовій галузі України через наявність залишків антибіотиків, заборонених згідно з ДСТУ 4497:2005 Мед натуральний. Технічні умови.

Залишки хлорамфеніколу було виявлено у 18 зразках меду, з них 11 зразків в межах норми, згідно з національним стандартом (один зразок – 0,19 мкг/кг, інші 10 зразків – менше ніж 0,1 мкг/кг). В інших 7 зразках вміст залишків хлорамфеніколу перевищував гранично допустимі рівні і був у межах від 0,4 до 1,3 мкг/кг (рис. 5.10).

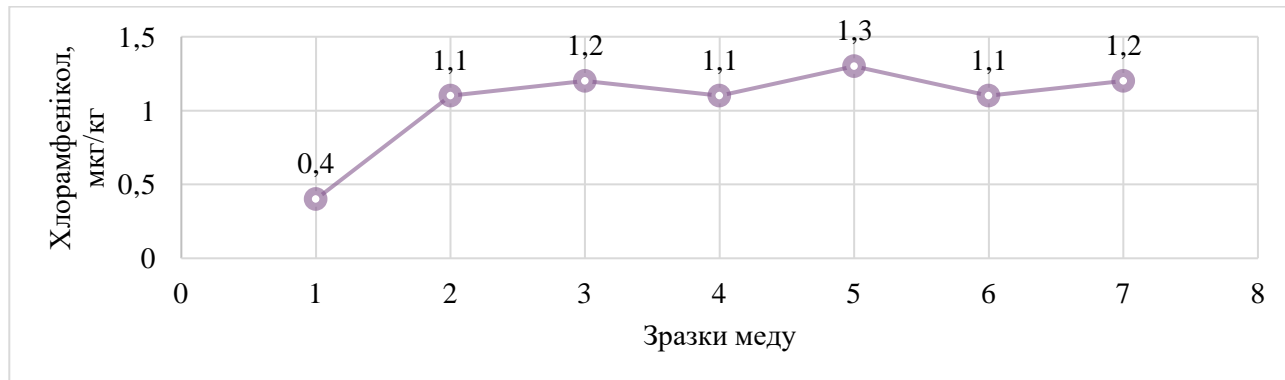


Рис. 5.10. Вміст залишків хлорамфеніколу в меду, мкг/кг

За вмістом залишків хлорамфеніколу 7 з 300 зразків не можуть бути допущені до використання в харчовій промисловості. Нітрофурани досліджували двома тест-системами на вміст метаболітів фуразолідону (2-Аміно-3-оксазолідинон (АОЗ)) та нітрофуразону (фурациліну) (семикарбазид (СЕМ)). Загалом у 35 зразках були знайдені метаболіти нітрофуранів, з них фуразолідону – у 19, нітрофуразону – у 28, й у 12 зразках було знайдено обидві сполуки. У 6 зразках нітрофурани були вище норм держстандарту (рис. 5.11).

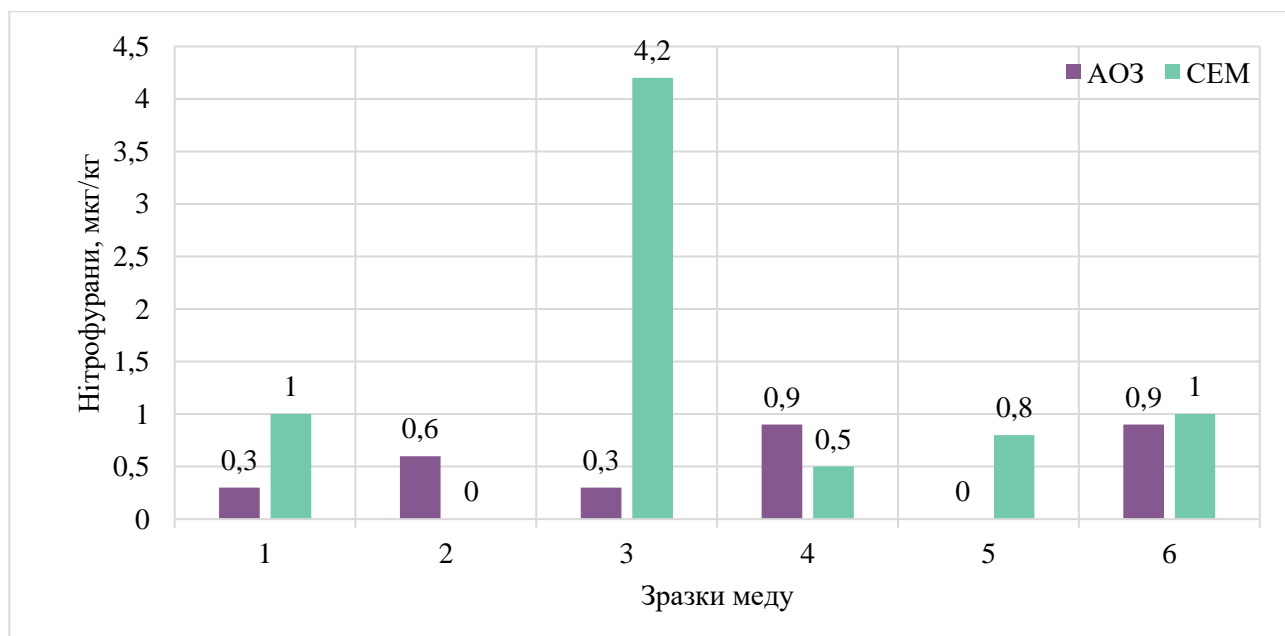


Рис. 5.11. Вміст залишків нітрофуранів в меду, мкг/кг

АОЗ у зразках меду був у межах від 0,3 до 0,9 мкг/кг, СЕМ – від 0,5 до 4,2 мкг/кг, що вказує на непридатність цих 6 зразків для подальшого перероблення у харчовій галузі.

Для реалізації та перероблення меду в Україні проведених досліджень достатньо. Однак якщо партію меду формують на експорт в країни ЄС, необхідні результати випробувань ще за синтоміцином (одна із субстанцій на основі хлорамфеніколу), сульфатіазолу, сульфаметазину та метронідазолу. Це пов'язано з розбіжностями в національних та міжнародних нормативних документах. З 300 зразків меду синтоміцин було виявлено у 42, з них у 35 – у межах вимог чинного законодавства (не більше ніж 0,1 мкг/кг), 7 – не відповідали прийнятим нормам (рис. 5.12).

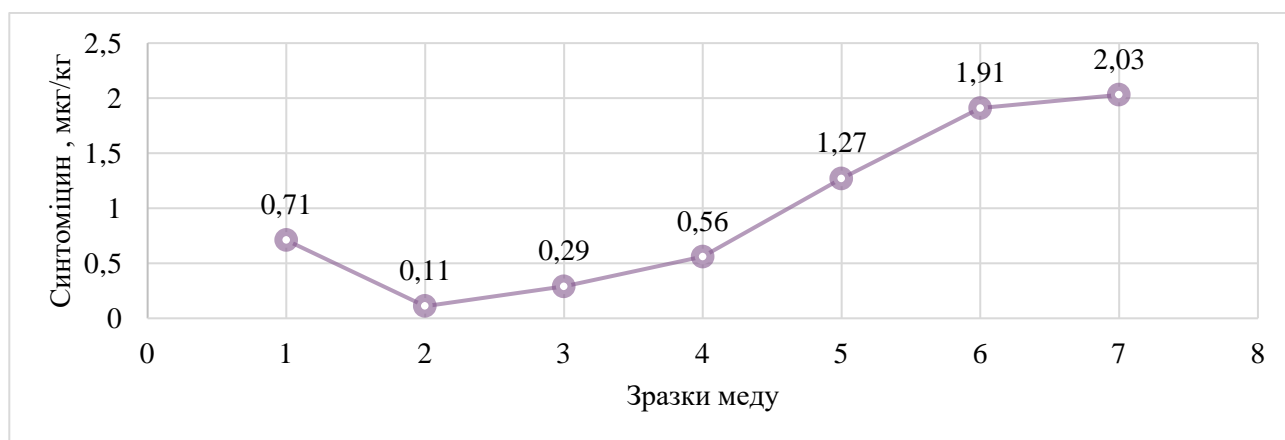


Рис. 5.12. Вміст залишків синтоміцину в меду, мкг/кг

Сульфаметазин (синонім сульфадимідин) практично не використовують на практиці, через його значний перелік побічних дій та короткотривалий ефект (National Library of Medicine). У досліджених зразках меду сульфаметазин було виявлено лише в одному зразку в кількості 28 мкг/кг. Варто зазначити, що цей же зразок містив й інші антибіотики. А саме заборонені тетрациклін (2,8 мкг/кг), стрептоміцин (5,3 мкг/кг) та АОЗ (0,3 мкг/кг). Ймовірно, це може вказувати, що мед отримано від хворих бджолосімей, або пасіка розташовується поблизу тваринницької ферми.

Залишки сульфатіазолу було виявлено в 24 зразках меду, з яких 9 – були в межах вимог (не більше ніж 2 мкг/кг), 4 – мали завищений вміст антибіотику – понад 250 мкг/кг (не були враховані в середній вибірці), та 11 зразків – у межах від 13,3 до 45,7 мкг/кг (рис. 5.13).

Метронідазол було виявлено в 34 зразках меду, з них 30 можна допускати до перероблення (допустимий вміст не більше ніж 0,5 мкг/кг), і у 4 зразках був у межах від 0,56 до 2,92 мкг/кг (рис. 5.14).

У результаті проведених досліджень встановили, що у 17,7% меду, який надходить для подальшого промислового перероблення, містилися залишки антибіотиків, відповідно у 82,3% зразків – не було виявлено (рис. 5.15).

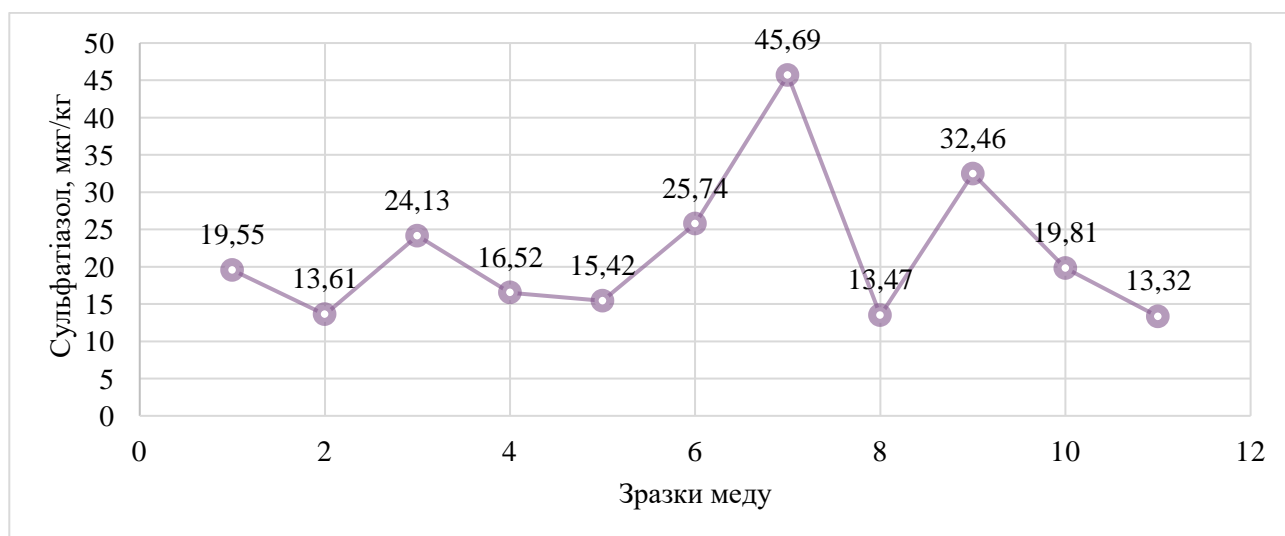


Рис. 5.13. Вміст залишків сульфатіазолу в меду, мкг/кг

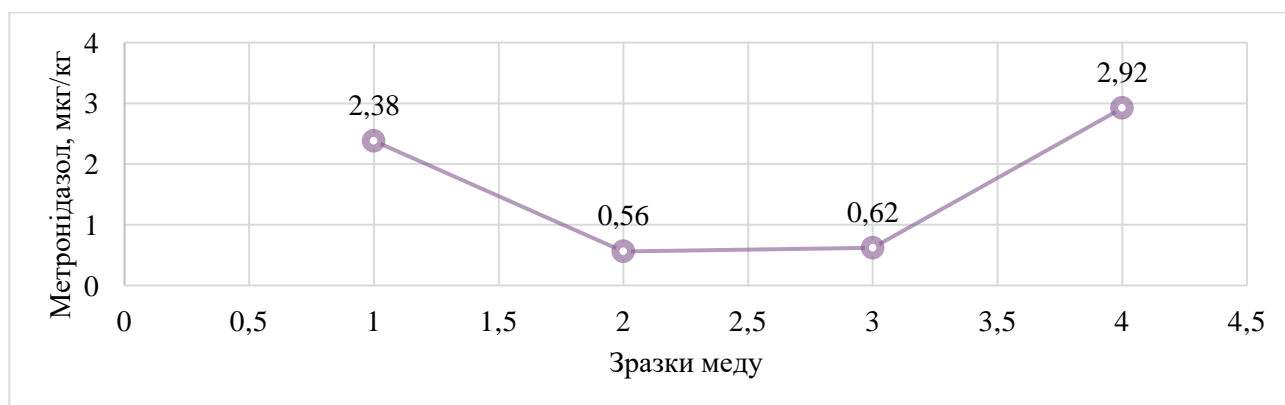


Рис. 5.14. Вміст залишків метродіназолу в меду, мкг/кг

Найчастіше виявляли синтоміцин, що є однією із субстанцій хлорамфеніколу, у такий спосіб за діючою речовиною їх можна сумувати до 5,8%. Ймовірно, причиною є те, що цей антибіотик часто використовують у бджільництві проти інфекційних захворювань.

Однак, згідно з Наказом № 9 від 30.01.2001 «Про затвердження Інструкції щодо попередження та ліквідації хвороб бджіл», мед з пасік, вражених інфекційними захворюваннями та після обробок ветеринарними препаратами, не реалізують. Також для зменшення вмісту залишків хлорамфеніколу вчені рекомендують замінити спосіб обробки бджіл з напування до аерозольної (Мягка, Єфіменко & Односум, 2020).



Рис. 5.15. Відсоткове співвідношення зразків меду із залишками антибіотиків

Встановили, що метаболіти нітрофуранів (АОЗ та СЕМ) також переважають поміж інших залишків антибіотиків у зразках меду, що ймовірно пов'язано з їхнім широким застосуванням у тваринництві. Про це свідчать дослідження харчових продуктів тваринного походження (Іванова і Галкін, 2017). Зважаючи на це, треба переглянути методи лікування бджіл та виключити нітрофурані з використання у боротьбі з захворюваннями. Задля контролю безпечності меду вченими розробляються та впроваджуються й інші методи визначення залишків метаболітів нітрофуранів (АОЗ, АМОЗ, АНД та СЕМ) (Янович та ін., 2017).

Окрім, як на безпечності продукту, вміст залишків антибіотиків, може призводити до бракування партій меду, а відповідно й до зменшення валового його виробництва та обсягів експорту. Так, поміж досліджуваних зразків меду з виявленими антибіотиками були такі, що перевищували гранично допустимі рівні за кількісними значеннями (рис. 5.16). Так, зразки меду з виявленими залишками тетрацикліну, стрептоміцину та сульфаметазину були повністю вилучені з виробництва. Поміж інших, 38,9% зразків було вилучено через перевищення вмісту залишків хлорамфеніколу, 17,1 – метаболітів нітрофуранів, 16,7 – синтоміцину, 62,5 – сульфатіазолу та 11,4% – метродіназолу.

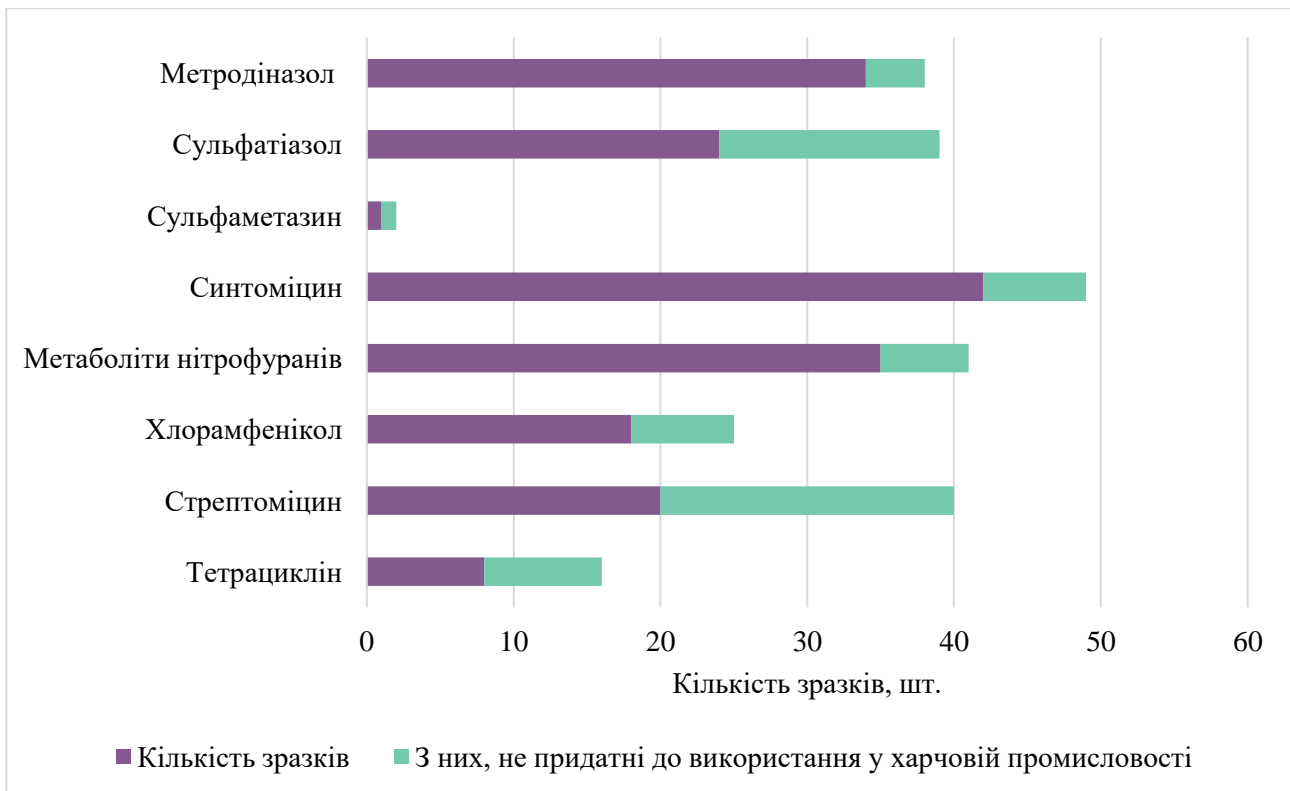


Рис. 5.16. Графічне відображення кількості зразків меду з виявленими залишками антибіотиків, що перевищували гранично допустимі рівні

За результатами дослідження вмісту залишків антибіотиків у 300 зразках меду натурального для подальшого перероблення у харчовій промисловості, встановили наявність у синтоміцину в 4,1% зразків, метаболітів нітрофуранів – 3,4, метродіназолу – 3,3, сульфатіазолу – 2,3, стрептоміцину – 1,9, хлорамфеніколу – 1,7, тетрацикліну – 0,8, сульфаметазину – 0,1%. У 82,3% досліджених зразків меду залишків антибіотиків не було виявлено.

Перевищення допустимих рівнів залишків антибіотиків у зразках меду натурального для подальшого перероблення у харчовій промисловості знаходили у різних кількостях: тетрацикліну в межах від 2,8 до 89,9 мкг/кг, стрептоміцину – від 1,6 до 23,5, хлорамфеніколу – від 0,4 до 1,3, АОЗ – від 0,3 до 0,9, СЕМ – від 0,5 до 4,2, синтоміцину – від 0,11 до 2,03, сульфатіазолу – від 13,3 до 250, метродіназол – від 0,56 до 2,92, сульфаметазину – в одному зразку в кількості 28 мкг/кг.

Перспективним надалі буде дослідження інших продуктів бджільництва на вміст залишків антибіотиків – перги, бджолиного обніжжя, прополісу, воску.

5.5. Техногенне забруднення меду

Техногенне та радіоактивне забруднення навколишнього природного середовища призвело до накопичення в рослинницькій продукції, яка є сировиною для виробництва продуктів тваринництва, в тому числі і бджільництва, шкідливих речовин, зокрема важких металів (поллютантів).

Відомо, що з 60-х років минулого століття через техногенну діяльність населення спостерігається інтенсивне накопичення в ґрунтах важких металів, що перевищило можливості їхнього природного самоочищення. У результаті цього на деяких територіях виявлено забруднення ґрунтів понад допустиму норму.

В умовах зростаючого техногенного забруднення природного середовища актуальною проблемою є вивчення впливу різних чинників на стан бджіл, якість і безпечність продукції бджільництва. Оскільки велика частина бджолиних сімей розміщується на техногенно забруднених територіях, тому отримана продукція бджільництва піддається значному антропогенному забрудненню.

Незважаючи на тенденцію зниження вмісту деяких шкідливих речовин у навколишньому природному середовищі, екологічна ситуація останнім часом у деяких регіонах залишається несприятливою для виробництва безпечної продукції бджільництва. Найбільш забруднену продукцію отримують з вуликів, які розміщені на радіоактивно забруднених територіях, біля великих масивів лісу, перезвожених луках і пасовищах та на бідних на поживні речовини ґрунтах. Це потребує постійного контролю якості і безпечності продукції бджільництва щодо забруднення важкими металами і радіонуклідами (Бугера, 2008).

З метою прогнозу радіоактивного забруднення натурального меду та обніжжя доцільно використовувати КН та КП ^{137}Cs у квітки, оскільки саме ці показники характеризуються найменшою мінливістю (Лісогурська, 2017).

Лазаревою (2016) було проаналізовано вміст радіонуклідів ^{137}Cs у зразках меду з різних областей України, з тих, що межують з зоною відчуження (Житомирська, Київська) і областей, що вважаються еталонними з погляду радіаційної безпеки (Полтавська). Результати досліджень показують, що вміст ^{137}Cs у зразках меду з різних областей України відповідає вимогам допустимих рівнів (ДР-06). Вміст ^{137}Cs у меду, що виробляється поряд із зоною відчуження Чорнобильської АЕС, є достовірно вищим за вміст ^{137}Cs у меду з інших областей України. Мед натуральний, що виробляється в Україні, надходить до офіційної торгової мережі і експортується, за радіологічними показниками відповідає вимогам стандартів ЄС і Codex Alimentarius.

Одним із небезпечних забруднювачів ґрунтів і навколишнього природного середовища, зокрема і кадмієм, є атмосферні викиди підприємств кольорової та чорної металургії, а також електрохімічної, машинобудівної і електронної промисловості (Mugica et. al., 2002). Кадмій характеризується високою міграцією в системі ґрунт – рослинницька продукція – живі організми і є високим токсикантом. Цей елемент, порівняно з деякими іншими важкими металами має низьку інтенсивність виведення з живих організмів. Деяка кількість кадмію може надходити в ґрунт з мінеральними та органічними добривами, а також з пестицидами та з не очищеною стічною водою. На інтенсивність міграції металів з ґрунту в рослини та їхню продукцію деякий вплив мають органічні та мінеральні добрива (Hea et. al., 2005).

Відомо, що кадмій може накопичуватись у продукції бджільництва, зокрема, у перзі (білковий корм бджіл), яку бджоли виготовляють із квіткового пилку. Водночас необхідно зазначити, що перга має високий вміст біологічно активних речовин, тому з успіхом застосовується в харчуванні людей та медицині, особливо в умовах техногенного забруднення навколишнього природного середовища.

Разанов, Дідур та Швець (2011) вивчали забруднення квіткового пилку кадмієм на фоні внесення вапняка, органічних та мінеральних добрив. Квітковий пилочок для досліджень використовували з кукурудзи. Так, квітковий пилочок з кукурудзи, одержаний на досліджуваних територіях без внесення органічних і мінеральних добрив, перевищував ГДК за Cd у 5 разів. Вапнування ґрунту знизило концентрацію Cd у пилку на 40%, внесення карбаміду + калію хлористого (N32K32) – на 24, карбаміду (N132) – на 60, амофосу (N18P82) – на 72, суперфосфату подвійного (P100) – на 74, тукосуміші (N32P32K32) – на 64%. Тобто, ми можемо рекомендувати вносити органічні і мінеральні добрива для зменшення вмісту кадмію у бджолиному обніжжі.

Аналіз наукової літератури свідчить (Клим, 2020), що є прямий зв'язок концентрації важких металів у ґрунті, рослинному нектарі та пилку, тканинах медоносних бджіл і продуктах бджільництва (меді та воску). Це зумовлено тим, що розчинні у воді сполуки важких металів вільно проникають в ґрунт, включаються в трофічні ланки та засвоюються рослинами.

Агрохімічні властивості ґрунтів і особливості рослин є основними чинниками, що впливають на інтенсивність переходу важких металів із ґрунту в рослину. Так само, від вмісту важких металів у суцвітті рослин залежить концентрація цих елементів у нектарі та пилку. Останні є попередниками меду та перги. Поїдаючи забруднений мед і пергу, комахи нагромаджують важкі метали у своїх тканинах.

Мінеральні елементи регулюють процеси функціонування нервової, імунної та статеві систем організму комах, який дуже реагує на збільшення концентрації іонів важких металів. Проблема присутності важких металів у системі «грунт–рослина–квітковий нектар–натуральний мед і бджолине обніжжя–перга–тканини медоносних бджіл» полягає в наступному. Хімічні елементи в тканинах рослин і медоносних бджіл задіяні у процесах синтезу, десатурації та окиснення жирних кислот. Важкі метали, залежно від концентрації, можуть змінювати забезпеченість організму бджіл енергетичним, структурним і біологічно активним матеріалом. Це зумовлено тим, що тканини рослин за допомогою ензимних систем, які активуються важкими металами, здатні синтезувати насичені, мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти. Тканини комах за допомогою цих же ензимних систем здатні синтезувати тільки насичені та мононенасичені жирні кислоти. Тканини комах не здатні синтезувати поліненасичені жирні кислоти. Тому такі поліненасичені жирні кислоти, як ліолева та ліоленова, повинні надходити в їхній організм з кормом. Основними джерелами незамінних (есенціальних) ліолевої та ліоленової кислот у раціонах для бджіл є пилок і перга. У жирнокислотному складі пилку наведені вище поліненасичені жирні кислоти є домінуючими. Загальною ознакою дефіциту α -ліолевої та α -ліоленової кислот в організмі комах є зниження ефективності засвоєння поживних речовин корму, пригнічення імунної системи організму, сповільнення темпів росту та погіршення відтворної здатності. У літературі відсутні дані щодо вмісту важких металів, аніонних жирних кислот, неестерифікованих жирних кислот і естерифікованих жирних кислот у бджолиному обніжжі, тканинах медоносних бджіл, бджолиних стільниках та важких металів у натуральних поліфлорних медах, отриманих із вуликів, розміщених у гірській карпатській, передгірній і лісостеповій зонах заходу України (Клим, 2020).

У промислових умовах натуральний мед одержують шляхом відкачування на медогонці, тому мед, який був у стільниках різного терміну використання, змішується. У процесі відкачування в мед потрапляють часточки стільників, тіла бджіл, личинок тощо, а також квітковий пилок. Мед відстоюють і фільтрують, звільняючи лише від механічних домішок, видимих неозброєним оком. У процесі використання комірки стільників забиваються залишками коконів, прополісу, квіткового пилку та іншими відходами. За літературними даними, мед, отриманий з рамок зі стільниками різного терміну використання, має неоднакові органолептичні та фізико-хімічні властивості.

Так, мед, відкачаний із чорних стільників, у 3 рази швидше піддається кристалізації та закисає. Накопичення ^{137}Cs у стільниках збільшується залежно

від виведених в них генерацій бджіл. Проаналізувавши всі вище викладені факти, ми зробили припущення, що рівень забруднення ^{137}Cs натурального меду залежить від способу одержання (відкачування та фільтрування) та терміну використання стільників, з яких його одержано, та, очевидно, для товарного меду характерне вторинне радіоактивне забруднення ^{137}Cs не біогенного походження.

Щоб з'ясувати чи залежить рівень забруднення ^{137}Cs меду від способу одержання, було визначено питому активність цього радіонукліда у відфільтрованому та відкачаному меду, одержаному із свіжовідбудованих стільників та зі стільників, які були у використанні. У результаті порівняння середніх значень питомої активності ^{137}Cs у відкачаному та відфільтрованому меду, який зберігався у свіжовідбудованих стільниках, встановлено, що вони відрізняються між собою лише на 0,3–3 Бк/кг. Для всіх сортів спостерігається тенденція до невірогідного підвищеного в 1,03–1,3 рази вмісту ^{137}Cs саме в меду, одержаному через відкачування (окрім гречаного ($P < 0,02$)). Вміст радіоактивного цезію у меду, одержаному через відкачування із стільників, які були у використанні, у 1,1–2 рази більший ($P < 0,001$) порівняно з медом, одержаним із таких же стільників, через фільтрування. Отже, питома активність ^{137}Cs у натуральному меду, який зберігався у стільниках, що були у використанні, залежить від способів його одержання. Для меду, який зберігався у свіжовідбудованих стільниках, ця залежність не характерна.

Щоб з'ясувати, чи залежить питома активність ^{137}Cs у меду від терміну використання стільників, у яких він зберігався, було порівняно цей показник у відфільтрованому меду, який зберігався у свіжовідбудованих стільниках, та стільниках, що були у використанні. Такі ж порівняння зроблені і для відкачаного меду. Встановлено, що питома активність ^{137}Cs у меду з лугового різнотрав'я, відфільтрованому із свіжовідбудованих стільників, у 1,5 рази менша, ніж в одержаному цим же способом із стільників, які були у використанні. Для конюшинового та лісового ця різниця складає – 2 рази, травневого, вересового та буркунового – 3, гречаного – 4, ріпакового – 5 разів. Відкачаний конюшиний та поліфлорний лісовий мед, одержаний із свіжовідбудованих стільників, містить у 2 рази менше радіоактивного цезію, ніж мед цього ж ботанічного походження, одержаний із стільників, які були у використанні. Для лугового та вересового ця різниця складає 3 рази, буркунового – 4, гречаного та ріпакового – сягає 5 разів. Питома активність ^{137}Cs у натуральному меду, одержаному через відкачування та фільтрування із свіжовідбудованих стільників, у 1,5–5 разів менша ($P < 0,001$) у порівнянні з медом, одержаним зі стільників, які були у використанні. Отже, вміст радіоактивного цезію залежить від терміну

використання стільників, в яких від зберігався. Очевидно, що мед одержаний із свіжовідбудованих стільників, містить ^{137}Cs лише біогенного походження, адже свіжовідбудовані стільники не можуть бути додатковим джерелом його забруднення, бо вони практично вільні від нього. А стільники, які були у використанні, містять у декілька разів більше радіоактивного цезію. Тому і мед, що зберігався у них, може додатково забруднюватись ^{137}Cs . Щоб довести це, ми порівняли питому активність ^{137}Cs товарного натурального меду відкачаного в промислових умовах та відфільтрованого із свіжовідбудованих стільників у лабораторних умовах.

Встановлено, що поліфлорний лісовий мед, одержаний у промислових умовах, у 1,4 рази містить більше ^{137}Cs у порівнянні з медом, відфільтрованим із свіжовідбудованих стільників. Для конюшинового, вересового та поліфлорного лугового ця різниця складає 2 рази, буркунового – 3, ріпакового – 5, гречаного – 6 разів. Між середніми значеннями питомої активності ^{137}Cs у меду, одержаному у промислових умовах, та у відфільтрованому із свіжовідбудованих стільників, різниця достовірна за $P < 0,001$. Це підтверджує наше припущення про те, що мед, одержаний у промислових умовах, дійсно піддається вторинному радіоактивному забрудненню. Тому, згідно до методики, була розрахована його питома вага. Встановлено, що цей показник в середньому по всіх сортах становить 62,3%. Коефіцієнт його варіації – 31%. Проте якраз таке обніжжя, як вересове, конюшинове, лугове та лісове характеризуються підвищеним вмістом ^{137}Cs , а мед цього ж ботанічного походження має низьку питому вагу вторинного радіоактивного забруднення. Ріпакове, гречане та травневе обніжжя у порівнянні мало накопичує ^{137}Cs , а ці сорти меду містять значну частку вторинного ^{137}Cs . Переважна більшість (76%) зразків меду мають питому вагу вторинного радіоактивного забруднення від 51 до 92%, від 8 до 50% – 24%. Лише у 2% зразків цей показник нижчий 10%. У процесі відкачування в мед потрапляють часточки стільників, тіла бджіл, личинок тощо, які можуть бути додатковим джерелом його забруднення. Але імовірністю їхнього попадання у різні сорти однакова. Лише квітковий пилок, який теж у процесі добування продукту зі стільників потрапляє у нього, є видоспецифічним і може викликати різницю у вторинному забрудненні залежно від ботанічного походження.

Отже, натуральний мед під час відкачування піддається радіоактивному забрудненню небіогенного походження, питома вага якого не залежить від ботанічного походження цього продукту, а визначається випадковим потраплянням у нього часточок стільників, тіла бджіл, личинок тощо, і в середньому становить 62,3%. Таким чином, висока гігієна виробництва може зменшувати рівень техногенного забруднення меду.

5.6. Дослідження вмісту хлорорганічних пестицидів у меду

Пестициди, як глобальні забруднювачі навколишнього середовища, залишаються в центрі уваги спеціалістів різного профілю. Їхнє використання в аграрному виробництві не тільки закономірне, а й необхідне. Проте пестициди різних хімічних груп мають неоднакову стійкість, що зумовлює наявність їхніх залишків в об'єктах навколишнього середовища.

Найбільш стійкими є хлорорганічні пестициди (далі ХОП). Наразі ця група пестицидів заборонена для використання, але їхні залишкові кількості й досі виявляють у харчових продуктах, що пояснюється тривалим терміном напіврозпаду та здатністю до кумуляції в організмі тварин. ХОП володіють нейротоксичною, гепатотоксичною, канцерогенною діями на організм людини, цитогенетичними та ембріотоксичними властивостями.

За наслідками природної біоконверсії ХОП потрапляють у рослини, зокрема, в рослини-медоноси, що призводить до їхнього потрапляння у натуральний мед.

В Україні бджільництво є однією з важливих галузей аграрного виробництва. Саме мед став одним із перших продуктів, який був дозволений для експорту в країни Євросоюзу, які зі свого боку, висувають досить жорсткі вимоги до безпечності та якості цього продукту.

Продукти бджільництва, зокрема мед, володіють високими адсорбційними властивостями, що призводить до нагромадження небезпечних для здоров'я людини речовин, які знаходяться у доквіллі. Питання накопичення пестицидів у меду, особливо хлорорганічної групи, надто актуальне для України та низки інших країн.

Допустимі залишки ХОП у харчових продуктах, регламентуються цілою низкою чинних нормативно-правових актів. У меду натуральному нормується вміст таких ХОП як дихлордифенілтрихлорметан та його метаболіти (далі ДДТ), гексахлорциклогексан (α , β , γ -ізомери), далі ГХЦГ. Їхні максимально допустимі рівні становлять 5,0 мкг/кг. У випадку тривалого надходження пестицидів із харчовими продуктами в організм людини або тварин, ці токсичні речовини поступово накопичуються та завдають негативного впливу організму в цілому. Особливо це стосується поєднання різних небезпечних речовин, які можуть посилювати згубний вплив один одного на живий організм.

Як відомо, тривале потрапляння навіть невеликих доз пестицидів спричиняє зміни мікроструктури паренхіматозних органів, а також морфологічних та біохімічних показників крові дослідних тварин.

Оскільки мед є не тільки харчовим продуктом, а також використовується як дієтичний та профілактичний продукт, актуальним стає постійний моніторинг вмісту ХОП не тільки в ньому, але й в інших продуктах бджільництва, які також здатні до накопичення цих поллютантів.

Проведення таких досліджень необхідно для відповідності меду вітчизняного виробництва одній з основних міжнародних вимог – контролю за безпечністю продовольчої продукції «від лану до столу» та для забезпечення ефективного ветеринарно-санітарного контролю на пасіках (Скрипка, 2010–2017; Скрипка та Гогітідзе, 2016).

5.6.1. Методи контролю хлорорганічних пестицидів у меду та інших продуктах бджільництва. Проблеми якісного та кількісного визначення пестицидів зумовлені тим, що ці сполуки представлені великою кількістю різноманітних речовин, які мають різні фізико-хімічні властивості, а також тим, що параметри ГДК у харчових продуктах нормують їхні наднизькі концентрації.

Коекстрактивні речовини, що впливають на процедуру аналізу, зазвичай присутні в концентраціях у кілька разів вище, ніж сполуки, які аналізуються. Все це має вплив на процес вилучення пестицидів із матриці, та робить його досить трудомісткою та витратною процедурою.

Останнім часом, через забруднення навколишнього середовища різноманітними поллютантами, основним завданням хіміко-токсикологічного аналізу є необхідність використання інструментальних експрес-методів визначення токсичних речовин у зразках доквілля та харчових продуктах.

Ці аналізи мають проводитися в максимально короткий термін, а методи їх проведення мають бути достатньою точними і специфічними. На цей день одним із основних методів для визначення пестицидів у продукції рослинництва та тваринництва є хроматографія (Gruber et al., 2020; Войціцький та ін., 2021; Alessenko et al., 2022).

Хроматографія [гр. chrōmatos – колір + graphō – пишу] є методом дослідження об'єктів навколишнього середовища, який заснований на переміщенні зони речовини вздовж шару сорбенту або нерухомої фази в потоці рухомої фази з багаторазовим повторенням сорбційних і десорбційних актів. Хроматографічний метод був запропонований в 1903 році вченим М.С. Цвітом.

Нерухомою (стаціонарною) фазою є тверда пориста речовина (часто її називають сорбентом) або плівка рідини, нанесена на тверду речовину. Рухома фаза являє собою рідину або газ, що протікає через нерухома фазу, іноді під тиском. Компоненти аналізованої суміші (сорбат) разом з рухомою фазою пересуваються уздовж стаціонарної фази. Її зазвичай поміщають в скляну або

металеву трубку – колонку. Залежно від сили взаємодії з поверхнею сорбенту (за рахунок адсорбції) компоненти переміщуються уздовж колонки з різною швидкістю. Одні компоненти залишаються у верхньому шарі сорбенту, інші, меншою мірою взаємодіють з сорбентом, опиняються в нижній частині колонки, а деякі й зовсім покинуть колонку разом з рухомою фазою (у такий спосіб відбувається швидкий поділ складних сумішей компонентів) (Buah-Kwofie et al., 2019; Войціцький та ін., 2021; Grinham et al., 2021).

Хроматографія має складну класифікацію, яка залежить від хроматографічного розділення, від способу переміщення сорбату уздовж шару сорбенту, від природи процесу, що зумовлює розподілення сорбату між рухомою і нерухою фазами, та від мети проведення хроматографічного процесу.

Ми дослідили сучасні методики, які використовуються у державних лабораторіях ветеринарної медицини для визначення ХОП у харчових продуктах, зокрема, меді натуральному. Майже всі вони використовують газову хроматографію. Розглянемо її більш детально.

Газова хроматографія – метод поділу летючих, термостабільних сполук. Рухомою фазою служить інертний газ (газ-носі́й), який протікає через нерухою фазу, що має велику поверхню. Як рухомі фази можна використовувати водень, гелій, азот, аргон і вуглекислий газ. Найчастіше використовують азот, як більш доступний і дешевий. Газ-носі́й забезпечує перенесення поділюваних компонентів по хроматографічній колонці і не взаємодіє ні з речовинами, що розділяються, ні з нерухою фазою. Перевагами газової хроматографії є швидкість аналізу, широкі межі застосування, можливість визначення з високою точністю низьких кількостей газів органічних сполук з високою точністю.

Розрізняють два варіанти методу: *газо-адсорбційну хроматографію*, коли нерухою фазою служить твердий носій, і *газо-рідинну хроматографію*, коли нерухою фазою є в'язка, нелетка рідина, нанесена на інертний носій. На практиці частіше використовують *газо-рідинну хроматографію*, завдяки різноманіттю нерухомих фаз.

Метод *газо-рідинної хроматографії* успішно застосовується для визначення широкого кола сполук у різноманітних об'єктах. Найбільш важливими класами сполук, які визначаються, є: нафтопродукти, діоксини, поліхлоріновані біфеніли, аміни, хлоровані вуглеводні, поліциклічні ароматичні вуглеводні, пестициди та ін. В *газо-рідинній хроматографії* поділ компонентів проби досягається завдяки багаторазовому повторенню процесів розподілу між рухомою газовою та нерухою рідкою фазами (Левченко та ін., 2012; Войціцький та ін., 2021; Gertsyuk, 2022).

Принцип розділення у газо-рідинній хроматографії – неоднакова спорідненість речовин до летючої рухомої фази і стаціонарної фази в колонці. Компоненти суміші селективно затримуються останньою, оскільки їхня розчинність у цій фазі різна, і таким чином розподіляються (компонентам з більшою розчинністю потрібен більший час для виходу з рідкої фази, ніж компонентам з меншою розчинністю). Потім речовини виходять з колонки і реєструються детектором. Сигнал детектора записується у вигляді хроматограми автоматичним потенціометром (самописцем) або ж реєструється комп'ютером. Кожному компоненту суміші на хроматограмі відповідає окремий пік – максимум реєстрованого сигналу детектора або концентрації компонента суміші в елюенті, який хроматографують.

Селективність є мірою утримування речовини у сорбенті. На селективність впливає температура, за її збільшення селективність знижується, але водночас підвищується ефективність. Зі збільшенням температури час аналізу та адсорбційні процеси зменшуються.

Швидкість міграції компонентів у хроматографічній системі залежить від їхньої летючості і здатності розчинятися в стаціонарній рідкій фазі. Компоненти з низькою розчинністю в рідкій фазі і найбільшою летючістю за цієї температури просуваються колонкою швидше і, навпаки, компоненти з низькою летючістю і високою розчинністю в стаціонарній фазі є малорухливими. Чим більша рухливість, тим менший час утримування. Час утримання – це час, який пройшов від моменту введення проби у хроматограф до виходу максимуму концентрації компонента, який визначається.

У газовій хроматографії використовують насадкові, капілярні і полікапілярні колонки. Використання капілярних колонок дає змогу істотно підвищити ефективність розділення, а полікапілярних – не тільки отримати високу ефективність, але і провести поділ за дуже короткий час.

На сьогоднішній день ширшого використання зазнали капілярні колонки без носія, в яких плівка нерухомої фази наноситься на внутрішню поверхню капіляра. Цей тип колонок, запропонований Голеєм в 1957 році, забезпечує значно більшу ефективність поділу в порівнянні зі звичайними насадочними колонками. Капілярна хроматографія дає змогу вирішувати цілу низку складних аналітичних задач, у тому числі розрізняти речовини, що відрізняються на 2–3 одиниці молекулярної маси, особливо це стосується контролювання вмісту пестицидів в об'єктах довкілля. Поділ виділених пестицидів проводять на капілярних колонках з силіконовою рідкою нерухомою фазою в режимі програмування температури від 50 до 250 °С.

Насадочні колонки наповнені адсорбентом (система газ-адсорбент) або інертним твердим носієм, обробленим рідкою нерухомою фазою (система газ-рідина). Матеріалом для насадок колонок є нержавіюча сталь, нікель, мідь, алюміній, скло або фторопласт. Металеві колонки відрізняються міцністю. Перевагою колонок є можливість візуального спостереження за станом насадки, як в процесі набивання, так і в процесі аналізу. Недоліком є крихкість. Капілярні колонки мають нерухому фазу, тверду або рідку, нанесену у вигляді тонкого шару (товщиною максимум декілька мкм) на внутрішню стінку капіляра, інший простір залишається порожнім. Потік газу рухається по такій колонці з великою швидкістю, не зустрічаючи значного опору. Відмінною особливістю капілярних колонок є дуже висока ефективність.

Газовий хроматограф – це прилад, що використовує принцип хроматографії в системах газ-адсорбент або газ-рідина. Тобто, це сукупність кількох самостійних, паралельно функціонуючих систем: джерело газу-носія і блок підготовки газів, випарник, термостат колонок і самі хроматографічні колонки, детектор, система реєстрації та обробки даних.

Система підготовки газів служить для установки, стабілізації та очищення потоків газу-носія і додаткових газів.

Система дозування дає змогу вводити в потік газу-носія деяку кількість аналізованої суміші в газоподібному або рідкому стані. Це пристрій з гумовою мембраною або кран-дозатор.

Система детектування перетворює відповідні зміни фізичних або фізико-хімічних властивостей бінарних сумішей (компонент – газ-носіє в порівнянні з чистим газом носієм) в електричний сигнал.

Система термостатування служить для установки і підтримки робочих температур термостатів колонок (до 350°C), випарника, детектора та інших вузлів хроматографа.

Система реєстрації перетворює зміни фізико-хімічних параметрів в електричний сигнал, величина і форма якого реєструються на стрічці самописця або в сучасному варіанті – на моніторі комп'ютера.

Система інструментальної обробки даних дає змогу вести управління експериментом і обробку результатів в діалоговому режимі. За допомогою комп'ютерних програм можна вирішувати завдання розшифровки складних хроматограм та кількісного визначення компонентів.

Як детектор у газових хроматографах найчастіше використовують детектор електронного захоплення (ДЕЗ), він є селективним газохроматографічним детектором, та термоіонний детектор (ДТІ). За допомогою ДЕЗ визначають сполуки, що мають велику спорідненість до електронів. Він

застосовується для визначення низьких концентрацій галогено-азот-і кисневмісних речовин, (до яких відносять ХОП) (Войціцький та ін., 2017; Ordóñez et al., 2018; Баркаръ, 2019; Спасьонова та ін., 2019; Zajickova & Špánik, 2019; Verushkin et al., 2021; Witczak et al., 2021).

5.6.2. Вміст хлорорганічних пестицидів у меду Одеської області.

Основним завданням сучасних виробників меду натурального є забезпечення конкурентоспроможності цього продукту на міжнародному ринку. Одним з головних ризиків безпечності та якості меду можуть бути залишки пестицидів. Отже, для належного контролю за їхнім вмістом необхідно проводити відповідні дослідження. Проведення постійного ветеринарно-санітарного контролю меду щодо перевірки прийнятних мінімальних концентрацій пестицидів або визначення максимально допустимих рівнів цих небезпечних хімічних сполук є актуальним питанням особливо для країн, які є експортерами продукції бджільництва.

Залишки ХОП, через їхнє надмірне використання у минулому – розповсюджені у довкіллі, що потребує їхнього контролювання у харчових продуктах, зокрема меді натуральному, а також у всіх ділянках ланцюга його виробництва. Ветеринарно-санітарний контроль рівня забруднення натурального меду хімічними речовинами, особливо такими небезпечними для здоров'я споживачів як ХОП, є незаперечним завданням сьогодення як для країн заходу, так і для нашої країни.

Пестициди – це потужний, постійно негативно діючий екологічний чинник. Вони потрапляють у ґрунт, атмосферу, водойми і продукцію сільського господарства. Основними джерелами потрапляння пестицидів у мед є медоносні рослини, у які пестициди потрапляють через воду та ґрунт. Вивчення вмісту залишкових кількостей пестицидів у цих об'єктах є важливою ланкою контролю безпечності такого важливого продукту для харчування, як натуральний мед. Ґрунт та вода – це зовнішні природні об'єкти, де починаються цикли міграції пестицидів. Якщо вода та ґрунт, на яких зростають медоносні рослини, містять небезпечні токсиканти, то і продукція бджільництва ймовірно може мати їхні залишки.

На території України хлорорганічні пестициди (ДДТ і ГХЦГ) широко використовували в минулому, як інсектициди на сільськогосподарських полях і для контролю чисельності переносників збудників інфекційних хвороб. ДДТ використовували для обробки садів, сільгоспугідь, лісів, водойм тощо, а γ -ГХЦГ – для протравлення насіння пшениці, ячменю, вівса, жита, кукурудзи та інших культур.

За даними Одеської станції захисту рослин, використання ДДТ в сільському господарстві заборонено з 1972 року; ГХЦГ застосовували в обмежених кількостях до 1992 року.

У меду Одеської області згідно з проведеними дослідженнями (Додаток Г), було виявлено вміст ХОП, а саме ГХЦГ (γ -ізомер) та ДДТ. Встановлено, що проби меду різного ботанічного походження містили різну кількість залишків пестицидів (ДДТ та ГХЦГ (γ -ізомер)). Пестициди були виявлені у 87 пробах меду натурального, із них ГХЦГ (γ -ізомер) виявлено у 42 пробах, ДДТ – у 45 пробах. Вміст ГХЦГ (γ -ізомеру) в акацієвому меду (в тому числі акацієвому з різнотрав'ям) коливався від 1,92 до 2,15 мкг/кг; вміст ДДТ – від 1,64 до 1,87 мкг/кг.

Концентрація ГХЦГ (γ -ізомеру) у липовому меду коливалась від 1,63 до 1,81 мкг/кг; ДДТ – від 1,27 до 1,52 мкг/кг. Вміст залишкових кількостей пестицидів в ріпаковому меду (в тому числі ріпаковий з різнотрав'ям) для ГХЦГ (γ -ізомер) коливався від 1,71 до 2,67 мкг/кг; ДДТ – від 1,44 до 2,54 мкг/кг.

У гречаному меду (а також гречаному з різнотрав'ям) було отримано такі цифри: вміст ГХЦГ (γ -ізомеру) – від 1,85 до 2,54 мкг/кг; ДДТ – від 1,43 до 2,57 мкг/кг.

У соняшниковому меду (включно соняшник з різнотрав'ям) концентрація пестицидів коливалась від 1,71 до 3,63 мкг/кг (ГХЦГ (γ -ізомер), від 1,64 до 3,17 мкг/кг (ДДТ).

Не було виявлено вірогідної різниці між пробами меду, відібраного на територіях Одеської області з різним вмістом пестицидів у довкіллі. Це може бути пов'язане із фільтруючою здатністю організму медоносних бджіл, яка дає змогу отримувати екологічно безпечні продукти бджільництва навіть на забруднених територіях. Також було з'ясовано, що залишки пестицидів зустрічаються у меду натуральному спорадично, найчастіше у більш забруднених районах (Роздільнянському, Лиманському, Біляївському).

У ґрунтах навколо пасік було виявлено ГХЦГ (α , β , γ -ізомери) від 18,76 до 32,38 мкг/кг та ДДТ і його метаболіти – від 42,72 до 82,9 мкг/кг, що не перевищує максимально допустимих рівнів. Проби води, як правило, не містили залишків хлорорганічних пестицидів. У квітках рослин-медоносів різного ботанічного походження виявлено залишки ГХЦГ (α , β , γ -ізомери) від 1,51 до 7,11 мкг/кг та ДДТ і його метаболітів – від 1,63 до 6,68 мкг/кг.

Згідно з дослідженнями, найбільш забрудненим був соняшниковий мед. Водночас встановлено, що мед зібраний з плодів дерев та перших медоносних трав взагалі не містив залишків пестицидів в жодному зі зразків. Найчастіше по кількості проб був забруднений ріпаковий та соняшниковий мед. За чотири роки

досліджень нараховано 37 проб ріпакового та 24 проби соняшникового меду, які містили залишки ХОП. Інші ботанічні види меду були менш забрудненими. Так, у акацієвому меду, залишки пестицидів за чотири роки досліджень були виявлені лише в 9 пробах; у липовому меду – в 5 пробах; у гречаному меду – в 13 пробах.

Згідно з дослідження можна зробити висновок, що першочергово на вміст залишкових кількостей пестицидів у меду впливає його ботанічне походження, що пояснюється різною здатністю медоносних рослин акумулювати пестициди з оточуючого середовища. Так, максимальну здатність накопичувати залишки хлорорганічних пестицидів має соняшник звичайний, у квітах якого вміст ГХЦГ (α , β , γ -ізомери) коливався від 4,5 до 9,5 мкг/кг, а вміст ДДТ та його метаболітів – від 3,9 до 10,1 мкг/кг. Максимальний коефіцієнт переходу пестицидів із ґрунту також має соняшник звичайний (22,34 % для ГХЦГ та 8,51 % для ДДТ).

Отже, згідно з дослідженнями, вміст ГХЦГ (γ -ізомер) та ДДТ в меду Одеської області був в межах допустимих рівнів, встановлених національними нормативними актами, а саме не перевищував 5,0 мкг/кг. Вміст ГХЦГ (γ -ізомеру) у меду коливався від 1,63 до 3,63 мкг/кг; вміст ДДТ – від 1,27 до 3,17 мкг/кг залежно від ботанічного походження меду.

Визначено, що на вміст залишків пестицидів у меду впливає більшою мірою його ботанічне походження, що пояснюється різною здатністю медоносних рослин акумулювати пестициди з оточуючого середовища. Також була встановлена наявність одночасної присутності ГХЦГ (γ -ізомеру) та ДДТ у пробах соняшникового меду. Ця тенденція простежується впродовж усього ланцюга: ґрунт – квіти рослин-медоносів – мед (Скрипка, 2010–2017).

РОЗДІЛ 6

ХВОРОБИ БДЖІЛ:

СТАТИСТИКА, ПРОФІЛАКТИКА, ЛІКУВАННЯ

Бджільництво – це вагомий спеціалізований напрям галузі сільського господарства України, розвиток якої значною мірою може стримуватись низкою чинників. Одним з ключових – є хвороби медоносних бджіл (Мусієнко, Кірік і Цит, 2018). Здорові бджоли – це запорука успішної зимівлі бджолої сім'ї, швидкого нарощування в весняний період, показники високого рівня репродуктивної функції матки та надалі вихід здорового потомства і гарна продуктивність в період основного медозбору (Кисіль і Фотіна, 2018).

Епізоотологічний моніторинг хвороб бджіл є одною зі складових забезпечення повноцінного розвитку бджільництва та основа профілактики і лікування бджолиних сімей (Лакман та ін. 2022; Галатюк і Тушак, 2016).

Нестабільні кліматичні та екологічні умови, скорочення медоносів, ослаблення контролю над ветеринарним благополуччям пасік – першочергові чинники зменшення природної резистентності бджіл, що впливають на захворюваність і повноцінний розвиток. Медоносні бджоли страждають від низки бактеріальних, грибкових, мікроспориціальних та вірусних патогенів, а також ектопаразитичних кліщів (Rowland et al., 2021; Маслій та ін., 2015). Зокрема, європейський гнилець, американський гнилець (Milbrath, 2021; Сіренко і Десятникова, 2019), хронічний та гострий параліч бджіл, мішечкуватий розплід, вірус деформації крила (Маслій, 2017; Chen, 2011), нозематоз, вароатоз (Єфіменко, 2022; Кучерявий і Жуковська, 2019), аспергільоз, аскофероз, меланоз (Таріа-González, 2020; Закалюжний і Кравченко, 2011; Скляр та ін., 2017; Jensen, Aronstein та Flores, 2014).

Дослідження епізоотичної ситуації на території України проводили впродовж 2019–2021 років у секторі вивчення хвороб бджіл Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків. За дослідний період надійшло 1115 проб патологічного матеріалу від хворих і підозрюваних на захворювання сімей бджіл (щодо запитів виробників) з 20 областей України. Так у 2019 році було досліджено 317 проб патологічного матеріалу, у 2020 – 426, у 2021 – 372 проби (рис. 6.1).

Максимальна кількість патологічного матеріалу надійшла із пасік, розташованих на території Харківської області – 518 проб, Київської – 122, Полтавської – 94, Запорізької – 85, Дніпровської – 67, Луганської – 32, Львівської та Івано-Франківської – по 28, Сумської – 21, Одеської та Тернопільської – по 20, Вінницької та Кіровоградської – по 15, Миколаївської – 12, Волинської – 10,

Рівненської – 9, Донецької – 7, Чернігівської – 6, Житомирської – 4 та Черкаської області – 2 проби.

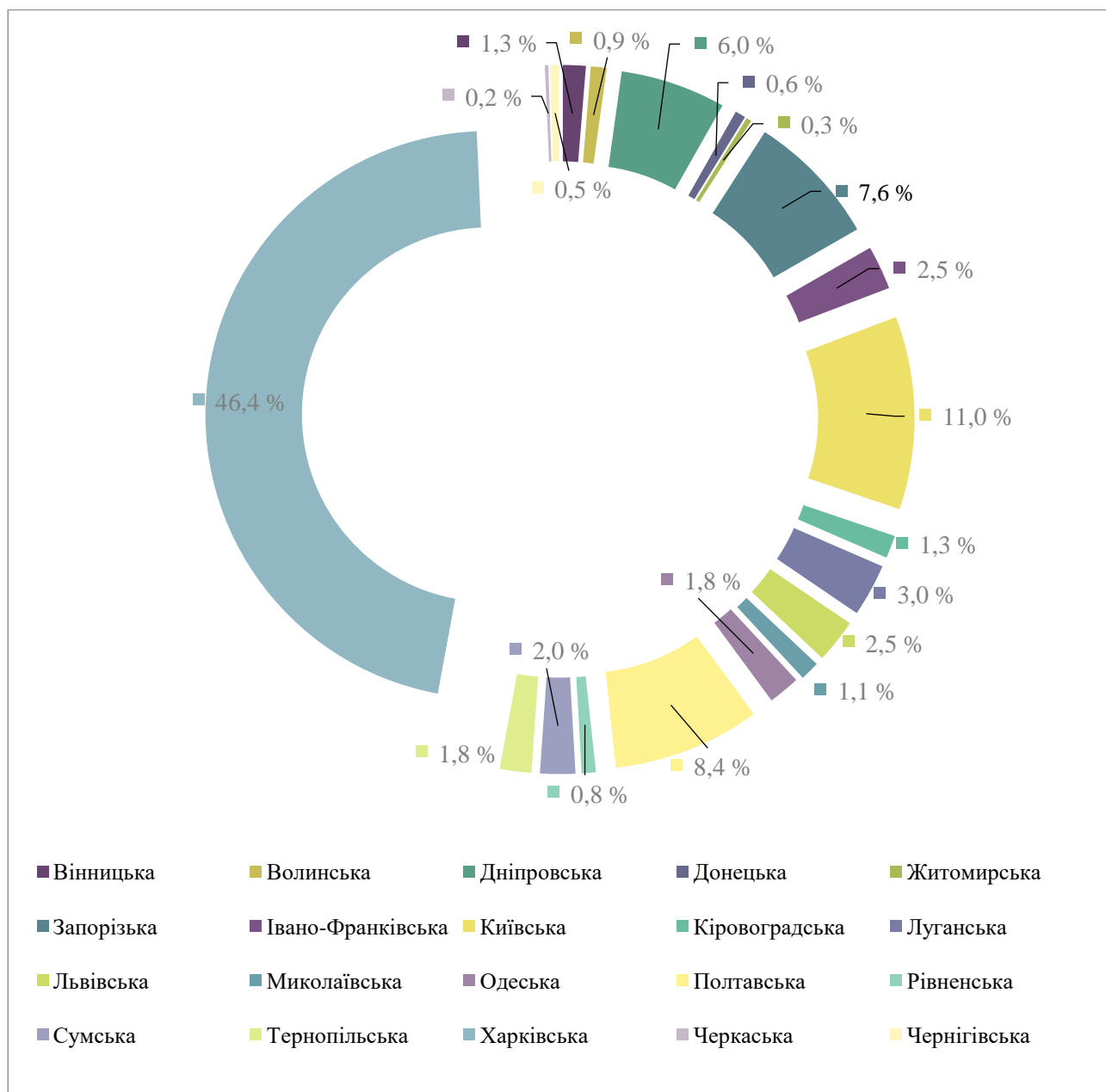


Рис. 6.1. Кількість досліджених проб за областями України за період 2019–2021 років (%)

Епізоотологічне обстеження проводили впродовж активного періоду життєдіяльності бджіл і взимку за загальноприйнятими в епізоотології методами (Бакулов, 1979; Руденко, 2001). Матеріалом для лабораторних досліджень були зразки імаго бджіл і розплоду (трутнів і робочих бджіл) з характерними клінічними ознаками захворювань, що надходили з пасік, неблагополучних за анамнезом.

Показники напруженості епізоотичного процесу (питомої ваги кожного із захворювань, екстенсивності інвазії) вираховано за нижче наведеними формулами.

Питому вагу (частку) окремої хвороби в загальній кількості захворюваності за формулою 6.1:

$$P_b = A / B \times 100, \quad (6.1)$$

де P_b – питома вага (частка) окремої хвороби, %;

A – кількість бджолиних сімей, хворих на окрему хворобу, шт.;

B – загальна кількість бджолиних сімей, уражених усіма хворобами, що виявляли, шт.;

100 – перерахунок у відсотки.

Екстенсивність ураження кліщем вароа розплоду та (або) імаго бджіл за формулою 6.2:

$$EI = K / B \times 100, \quad (6.2)$$

де EI – екстенсивність ураження кліщем вароа розплоду та (або) імаго бджіл, %;

K – кількість кліщів у запечатаних чарунок з лялечками та (або) на імаго бджіл, що взяті в пробу, особин;

B – кількість лялечок та (або) імаго бджіл у пробі, особин;

100 – коефіцієнт перерахунку у відсотки.

Лабораторні дослідження з виділення збудників заразних хвороб проведено з використанням таких методів:

– мікроскопічного методу – виготовлення мазків з первинного патологічного матеріалу, їх фіксація й фарбування стандартними методами та мікроскопія (Люта і Заговора, 2001);

– мікробіологічного – посів зразків патологічного матеріалу на спеціальні поживні середовища: для збудника американського гнильцю – середовище Уїлліса-Гобза (молочно-жовткове), для європейського гнильцю – Черепова (картопляне), для парагнильцю – Томашеца (сироваткове), для збудників мікозів (аскосферозу та аспергільозу) – середовище Сабуро та Чапека з подальшою індикацією, ідентифікацією та диференціацією виділених культур (Ступак і Маслій, 2009);

– молекулярно-генетичного – виявлення генетичного матеріалу вірусів бджіл за допомогою полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР) (Маслій, 2017);

– паразитологічного – виявлення та підрахунок кліщів *Varroa destructor*, препарування та мікроскопія трахей на наявність кліщів *Acarapis woodi*, мікроскопічне дослідження вмісту кишечника на наявність спор *Nosema spp.* та цист *Malpighamoeba mellifica* (Галат, 1999; Галат, 2003).

6.1. Гнильцеві хвороби бджіл

Гнилець бджіл – інфекційне бактеріальне захворювання личинок бджіл. За інфікування бджолиних сімей знижується виробництво товарного меду на 20–80 %. Кількість вирощеного в уражених сім'ях розплоду скорочується на 34–45 %, а приріст нових сімей (відводків) зменшується в 3–7 разів. В наш час відомо, що найбільш поширені: європейський гнилець, американський гнилець та парагнилець (Мусієнко і Кистерна, 2017).

Європейський гнилець – вражає личинок у віці 3–4 днів, іноді закритий розплід. Частіше хвороба виявляється навесні після похолодань за недостатньої кількості корму і поганому утепленні розширених гнізд. Уражені личинки жовтіють, зморщуються і гинуть. Збудник хвороби – один або кілька видів мікробів: *Melissococcus pluton*, *Enterococcus liquifaecalis* (*Str.apis*), *Bacillus alvei*, *Bacillus latherosporus*.

Американський гнилець викликається стійкою споротворною бацилою *Raenibacillus larvae larvae* (*Bacillus larvae*). Хвороба вражає личинок у віці 5–6 днів, перед закриттям розплоду, а загибель розплоду відмічається у 7–8-денному віці, інколи пізніше. Інкубаційний період продовжується 3–6 днів, хворі личинки втрачають сегментацію тіла, стають сірувато-білими та після печатки гинуть.

Парагнилець – хвороба, яка спричиняється *Bacillus paraalvei*, що уражає відкритий і запечатаний розплід, лялечки.

Діагноз на пасіці ставили під час огляду сімей за строкатістю розплоду та за наявності хворих та загиблих личинок. Діагноз встановлений у польових умовах обов'язково підтверджували бактеріологічним дослідженням у лабораторії. За дослідний період встановлено, що питома вага гнильців у 2019 році склала 37,3 %, у 2020 – 37,03 % та у 2021 – 21,3 % (рис. 6.2).

За аналізом результатів дослідження розплоду бджіл виявлено, що питома вага зберігала відносну стабільність за показниками за період дослідження та була максимальною серед усіх інфекційних хвороб. Захворювання реєстрували як в асоціації, зокрема, різні види гнильців (американський та європейський), так і у вигляді моноінфекцій.

За весь дослідний період було виділено 144 ізоляти збудників гнильцевих хвороб бджіл: 49 ізолятів збудника американського гнильцю бджіл *P. larvae* (34,0 %), 89 ізолятів збудника європейського гнильцю бджіл *M. pluton* (61,8 %) та 6 ізолятів збудника парагнильцю *P. alvei* (4,2 %) (рис. 6.3).

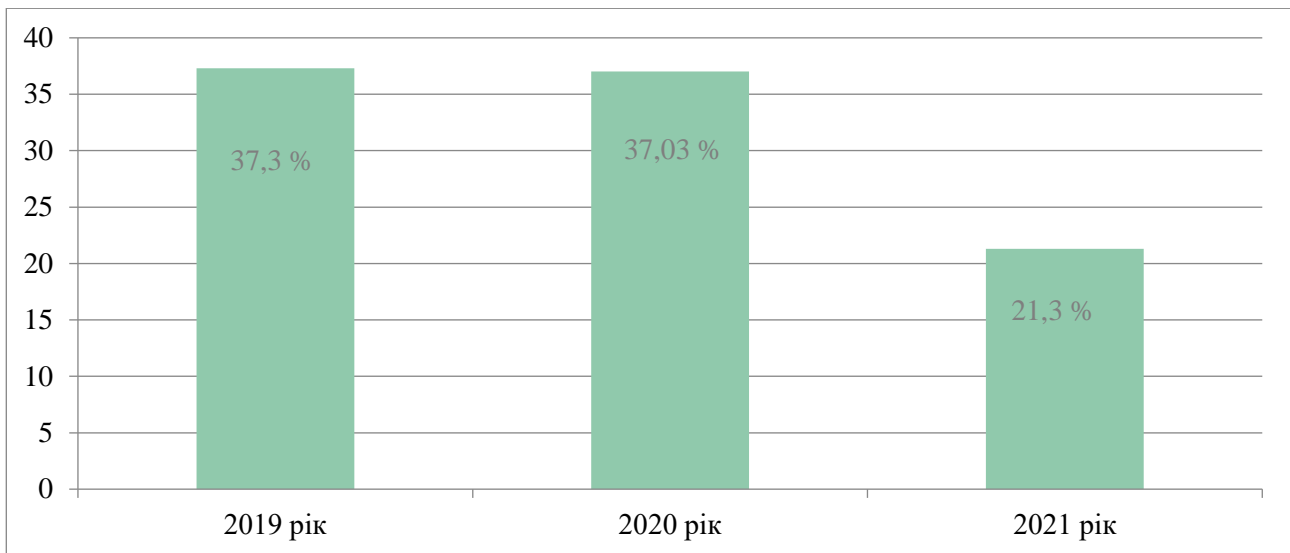


Рис. 6.2. Динаміка питомої ваги гнильцевих хвороб бджіл за період 2019–2021 років, %

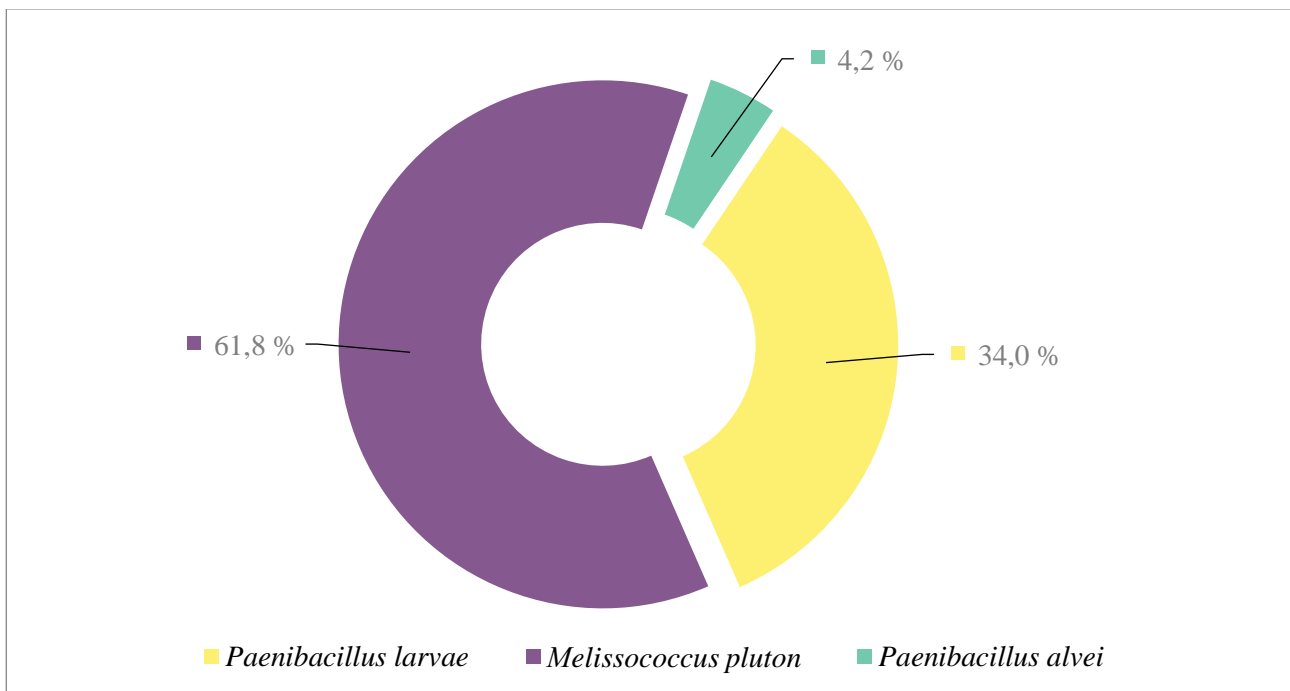


Рис. 6.3. Відсоток виділених ізолятів різних збудників гнильців за період 2019–2021 років, %.

У 2019 році з досліджуваних проб було виділено 36 ізолятів збудників гнильцевих хвороб бджіл: 12 ізолятів *P. larvae* (33,4 %), 23 – *M. pluton* (63,9 %) та один ізолят *P. alvei* (2,7 %). Ізоляти *P. larvae* було виділено: у Харківській області – п'ять, у Луганській – чотири, у Вінницькій – два та в Одеській – один. Збудників європейського гнильцю – *M. pluton* було виділено у Харківській області – 11 ізолятів, у Запорізькій – шість, у Київській – чотири, у Полтавській та Черкаській областях по одному. У Запорізькій області було виділено один

ізолят *P. alvei*. У двох випадках реєстрували змішаний перебіг хвороби: американського та європейського (*M. pluton* та *P. larvae*) гнильців у Харківській області; європейського та парагнильцю (*M. pluton* та *P. alvei*) у Запорізькій області.

У 2020 році виділено 47 ізолятів збудників гнильцевих хвороб бджіл. 25 ізолятів *P. larvae* (53,2 %) та 22 – *M. pluton* (46,8 %). Ізоляти *P. larvae* було виділено: у Харківській області – вісім ізолятів (17,02 %), у Київській – сім (14,9 %), у Полтавській та Дніпровській областях по три (по 6,3 %), у Чернігівській та Кропивницькій областях по одному (по 2,1 %). Збудник *M. pluton* було виділено у Харківській області – шість ізолятів, у Запорізькій – п'ять, у Львівській та Одеській областях по чотири та у Київській області три. У одному випадку реєстрували змішаний перебіг американського та європейського (*P. larvae* та *M. pluton*) гнильців у Харківській області.

У 2021 році з досліджуваних проб було виділено 61 ізолят гнильцевих хвороб бджіл: *P. larvae* – 12 ізолятів (4,3 %); *M. pluton* – 44 ізоляти (15,3 %) та *P. alvei* – 5 ізолятів (1,7 %). Захворювання реєстрували на пасіках 13 областей (Харківська – 20 ізолятів, Полтавська – два, Дніпровська – чотри, Рівненська – дев'ять, Кіровоградська – шість, Запорізька – вісім, Миколаївська – дванадцять).

За нашими спостереженнями, прояв та поширення гнильцевих хвороб упродовж активного періоду життєдіяльності бджіл впливають такі чинники: несприятливі погодні умови; порушення правил утримання сімей бджіл на пасіках; недостатня кількість та різноманіття ентомофільних культур і, як наслідок, підвищена концентрація бджолиних сімей на одиниці площі посівів; недотримання рекомендацій щодо проведення ветеринарно-санітарних заходів та диференційних діагностичних досліджень.

Виявляли клінічно виражений прояв гнильцевих хвороб переважно у слабких бджолиних сімей. Результати досліджень свідчать про те, що поширення гнильцевих хвороб бджіл територією України на сьогодні залишається значним, але контрольованим.

6.2. Мікози бджіл

Грибкові захворювання (мікози) бджіл представляють зооантропогенну групу хвороб у бджільництві. Особливу небезпеку становлять грибкові захворювання під час незадовільних умовах утримання бджолиних сімей і зниженні стійкості організму бджіл до впливів зовнішніх чинників. У цих випадках хворіє велика кількість особин і зазначається значний відхід бджіл.

Гриб, потрапляючи в організм бджоли, стає паразитом, поступово вражає органи дихання, травлення і навіть зовнішні покриви. Зараження зазвичай відбувається через забруднені корм, воду й інші джерела. Найбільш поширеними є такі мікози: аспергільоз, меланоз та аскофероз (Tapia-González, 2020; Закалюжний і Кравченко, 2011; Скляр та ін., 2017; Jensen, Aronstein та Flores, 2014).

Аскофероз (вапняний розплід) – інфекційна хвороба бджолиних сімей, яка уражає трутневі, а згодом бджолині та маточні личинки, призводячи до їхньої загибелі та вапнування через сумчатий гриб – *Ascospheera apis*, спори якого є дуже живучими (до 10 років). Спори є стійкими до дії парів формаліну та сірчистого ангідриду. Симптомами хвороби є поява над кришечками загиблих личинок слабого нальоту білої плісняви. Трупички личинок висихають, а з головної частини покриваються шаром повстеподібного міцелію білого кольору. У здорові сім'ї бджоли заносять збудника разом з нектаром, пилом, медом, під час бджолиних крадіжок з ослаблених сімей та ін. Зараження проходить після значних похолодань, за вологої погоди, розміщення вуликів у лісі тощо (Закалюжний і Кравченко, 2011).

Аспергільоз (кам'яний розплід) – інфекційна хвороба, яка спричиняється грибами *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigates*. Гриби широко поширені в природі, живуть та розмножуються на органіці, зокрема на рослинах (пиляках квітів і нектарниках). Найбільше піддаються захворюванню слабкі сім'ї, які не в змозі підтримувати температуру в гнізді на всій площині стільника. Сприяє цьому мокра та волога погода, похолодання. Часто хвороба виникає в кінці зими та ранньою весною, коли у вулику підвищена вологість повітря та створюються умови розвитку збудника. Попадаючи з кормом (мед та перга) в організм личинки та бджоли, гриб утворює токсин, який швидко спричинює смерть. Доросла бджола гине за 2–3 години. Перебіг хвороби може мати приховану і відкриту форми. За відкритої форми частіше гине розплід (Jensen, 2014).

Меланоз (*Melanosella mors apis*) – інфекційна хвороба бджолиних сімей, яка уражає маток, трутнів та робочих бджіл. Попадаючи в кишечник з кормом, збудник спричиняє, вже через добу, некроз тканин. Супроводжується ураженням (почорнінням) яєчників, припиненням яйцекладки й утворенням калової пробки. Хворі матки малорухливі, мають збільшене черевце. Частіше хворіють старі матки. Інфікуються бджоли під час погіршення умов утримання, споживанні падевого меду, механічних ушкодженнях зовнішніх покривів. Хвороба проявляється, частіше, в другу половину літа. Вплив має різка зміна погоди, надходження падевого меду (Цікава, 2015).

Аналізуючи кількість позитивних випадків захворювання бджіл на мікози за період 2019–2021 років встановлено, що найменшим цей показник був у 2019 році (1,1 %), найбільшим – у 2021 (10,4 %) (рис. 6.4).

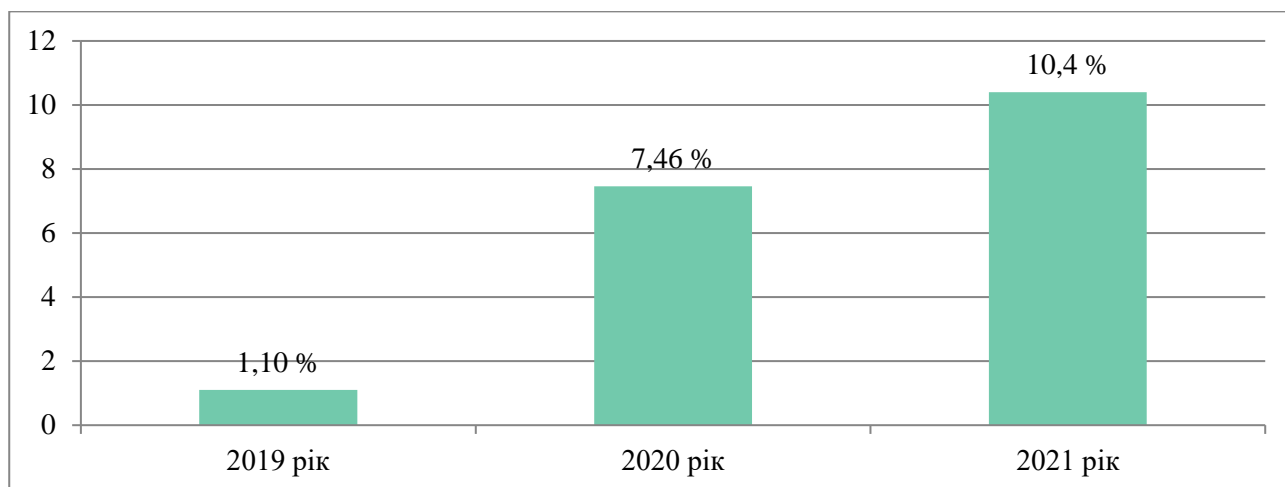


Рис. 6.4. Динаміка питомої ваги мікозів за період 2019–2021 років, %

За аналізом результатів поширення мікозів у сім'ях бджіл виявлено, що питома вага зберігала нестабільність за показниками в період дослідження. За дослідний період було виділено 65 ізолятів збудників грибкових захворювань бджіл: 55 ізолятів збудника аскосферозу *A. apis*, п'ять – меланозу *M. mors apis* та п'ять – аспергільозу *A. flavus* (рис. 6.5).

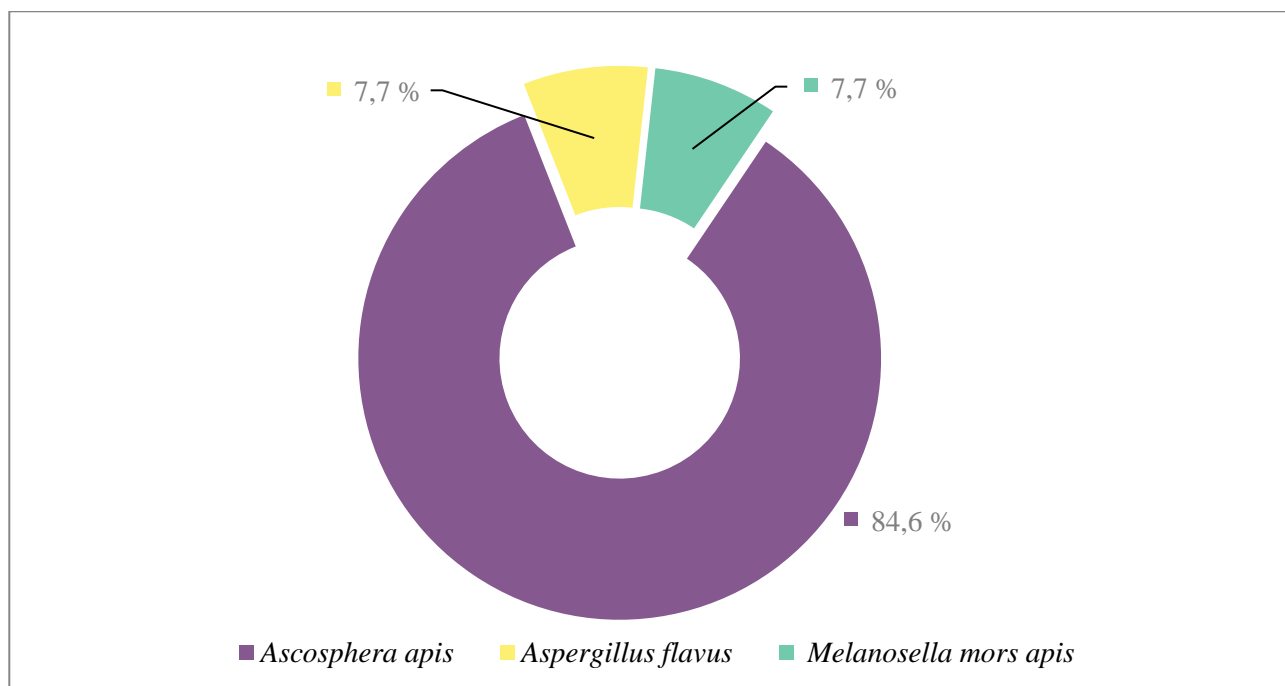


Рис. 6.5. Структура мікозів залежно від збудника за період 2019–2021 років, %.

У 2019 році з досліджуваних проб було виділено п'ять ізолятів збудника меланозу бджіл *M. mors apis* у пробах патологічного матеріалу із Запорізької області. Збудників інших грибкових захворювань не реєстрували.

У 2020 році було виділено 30 ізолятів *A. apis*. Захворювання реєстрували у Київській (10 проб), Харківській (10 проб), Полтавській (чотири проби), Запорізькій та Дніпровській областях (по три проби).

У 2021 році питома вага мікозів склала 10,4 %. Збудника аскоферозу (*A. apis*) реєстрували в Харківській, Львівській, Полтавській, Житомирській та Одеській областях. Збудника аспергільозу (*A. flavus*) – в Полтавській області.

За нашими спостереженнями, хворіють у першу чергу слабкі бджолині сім'ї, які утримуються на надмірно розширеному гнізді, після тривалих похолодань, за підвищеної вологості, розміщення у вологих місцях.

Інтенсивне поширення мікозів відбувається внаслідок використання бджіл під час запилення культур у закритому ґрунті, згодовування ураженого квіткового пилку з пастою для підгодівлі бджіл, ослаблення імунітету бджіл за хронічних хвороб, під час тривалого застосування антибіотиків і безсистемного лікування кислотами та надмірного згодовування цукрового сиропу з неякісної сировини.

6.3. Вірози бджіл

Що стосується вірусів комах, то в на цей час описано понад 20 вірусів, виділених з медоносної бджоли. Одна з особливостей вірусів комах – їхня здатність зберігатися в організмі господаря у латентному стані впродовж багатьох генерацій. Водночас вірус не спричиняє видимих симптомів хвороб. Однак він може бути активований будь-яким внутрішнім або зовнішнім чинником, що призводить до прискореного синтезу, накопичення у організмі та розвитку клініки захворювання. Діагностика вірозів бджіл досить складна. По-перше, через відсутність специфічних ознак їх не можна діагностувати за клінікою (Маслій, 2017; Grozinger, 2019).

Під час встановлення діагнозу на вірози бджіл використовувався молекулярно-генетичний метод досліджень. Встановили, що питома вага вірозів у 2019 році склала 2,70 %, у 2020 – 9,10 % та у 2021 – 13,9 % (рис. 6.6).

За аналізом результатів поширення збудників вірозів у сім'ях бджіл виявлено, що захворюваність на вірози була максимальною у 2021 році, але в середньому за період дослідження (2019–2021 рр.) була на мінімальному рівні поміж інших хвороб.

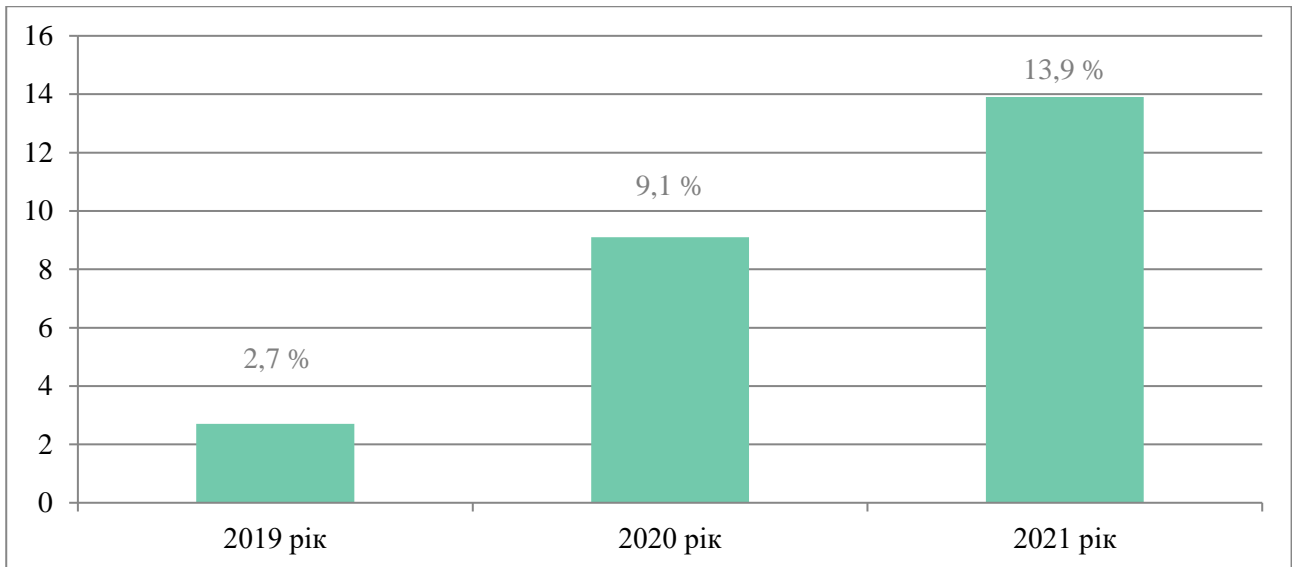


Рис. 6.6. Динаміка питомої ваги вірусів за період 2019–2021 років, %

За дослідний період було виявлено: ABPV – Acute Bee Paralysis Virus – вірус гострого паралічу бджіл; CBPV – Chronic Bee Paralysis Virus – вірус хронічного паралічу бджіл; DWV – Deformed Wing Virus – вірус деформації крила; SBV – Sacbrood Virus – вірус мішечкуватого розплоду (рис. 6.7).

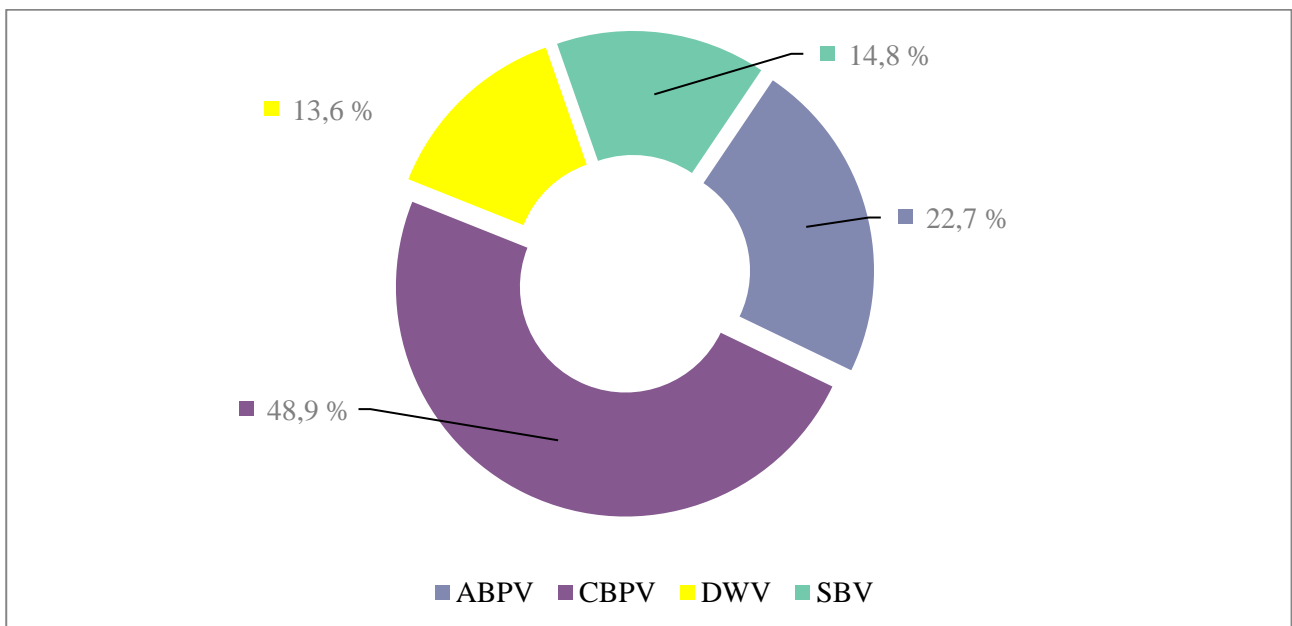


Рис. 6.7. Структура вірусів залежно від збудника за період 2019–2021 років, %.

У 2019 році питома вага вірусів становила 2,7 %. За допомогою ПЛР встановлено діагноз на 10 зразках патологічного матеріалу, зокрема, вірус хронічного паралічу бджіл (CBPV) було виділено на чотирьох зразках у

Харківській та на двох зразках у Київській області. У Полтавській області було виділено на трьох зразках вірус деформації крила (DWV). У 2020 році встановлено діагноз на вірусні хвороби бджіл у 38 випадках, зокрема, генетичний матеріал вірусу мішечкуватого розплоду (SBV) виділено на восьми пробах у Волинській області. Вірус хронічного вірусного паралічу (CBPV) на чотирьох зразках у Київській та на двох зразках у Волинській областях. Вірус гострого паралічу бджіл (ABPV) було виділено на 10 зразках у Київській області, на чотирьох – у Харківській, на трьох – у Луганській та на двох – у Полтавській областях. У 2021 році вірози було виділено на 40 зразках патологічного матеріалу, зокрема, вірус хронічного вірусного паралічу (CBPV) у Луганській області на 13 зразках, у Харківській – на 12 зразках, у Дніпровській – на шести зразках патологічного матеріалу. Вірус деформації крила DWV було виділено на дев'яти зразках у Харківській області.

Аналізуючи отримані результати, можна стверджувати, що несприятливі умови навколишнього середовища і нестача корму, висока закліщеність і ослаблення соціального та індивідуального імунітету бджіл спричиняють активізацію і посилення розмноження вірусів.

6.4. Протозоози бджіл

Нозематоз – інвазійне захворювання дорослих бджіл, маток і трутнів, спричинене мікроспоридіями *Nozema apis* чи *N. ceranae*, які розвиваються в епітеліальних клітинах середньої і задньої кишки. Хвороба реєструється наприкінці зими і навесні, має характерні клінічні ознаки (рідкі, смердючі фекалії). Улітку хвороба може перебігати без клінічних ознак. Бджоли заражаються під час поїдання меду і перги, чищення комірок, використання води, забрудненої спорами ноземи. Розвитку хвороби сприяють: недоброякісний корм (падевий, зброджений мед, сироп), тривала зимівля у вологому приміщенні, весняні повторні похолодання. У хворих бджіл порушується діяльність кишечника, вони слабшають і гинуть від виснаження (Єфіменко, 2022; Єфіменко, 2015).

Встановлено, що питома вага нозематозу у 2019 році склала 48,7 %, у 2020 році 61,5 % та у 2021 – 47,9 % (рис. 6.8). За період дослідження питома вага нозематозу була на максимальному рівні поміж інших хвороб.

Під час постановки діагнозу на нозематоз обов'язково враховують ступінь ураження: «+» – поодинокі спори в полі зору мікроскопа (до 10 спор); «++» – від 10 до 100 спор (слабкий); «+++» – від 100 до 1000 (середній); «++++» – понад 1000 (сильний) (рис. 6.9).

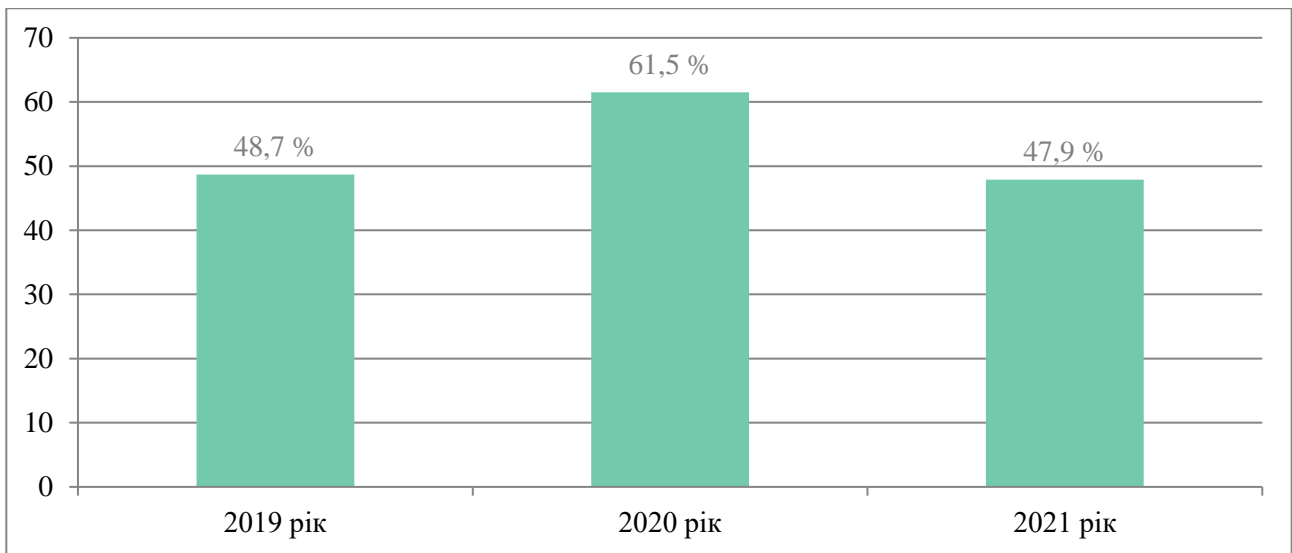


Рис. 6.8. Динаміка питомої ваги нозематозу бджіл за період 2019–2021 років, %

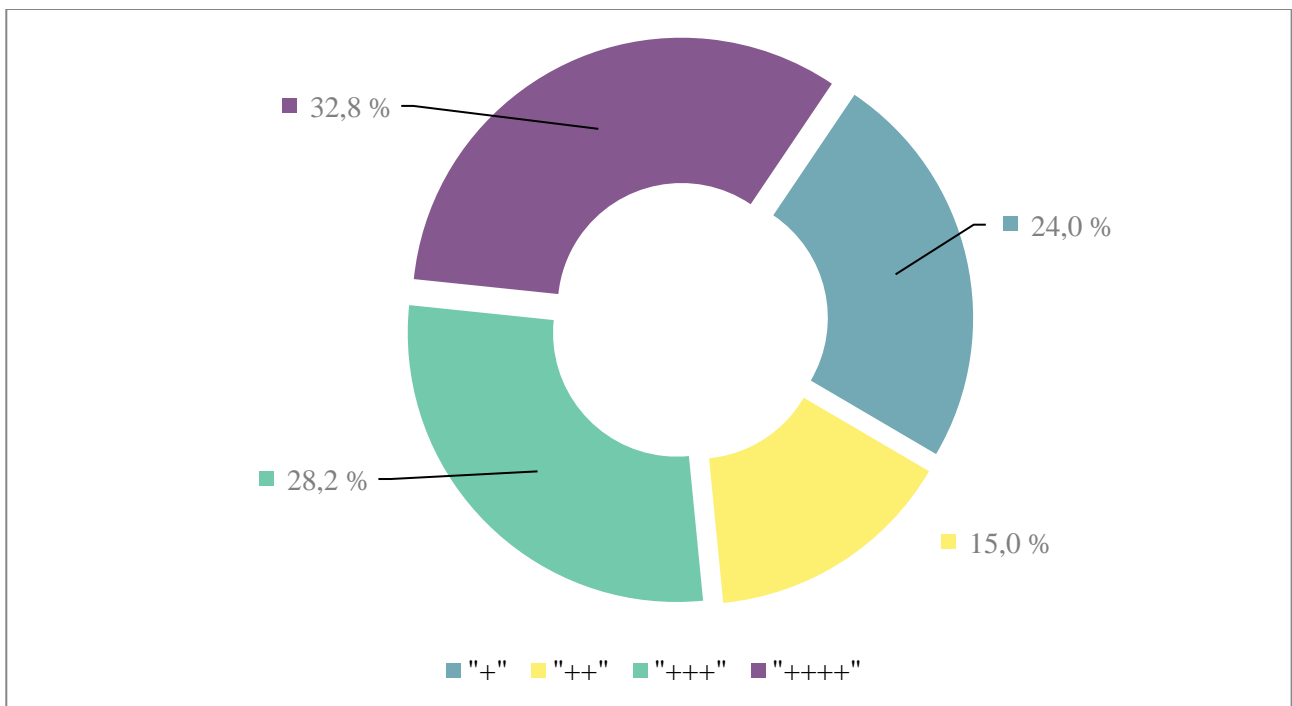


Рис. 6.9. Екстенсивність зараження спорами *N. apis* імаго бджіл, %

У 2019 році ураження *Nosema spp.* реєстрували впродовж весняно-осіннього сезону. Так, під час мікроскопії кишечника бджіл, спори *N. apis* виявили у 151 пробі патологічного матеріалу, що склало 48,7 % щодо всіх інших захворювань та 83,9 % – щодо паразитарних захворювань. Спори *N. ceranae* не діагностували. Поодинокі спори *N. apis* «+» діагностували у 67 пробах, відібраних у Харківській, Запорізькій, Дніпропетровській, Луганській,

Полтавській, Івано-Франківській областях (44,38 %); «++» – 25 проб у Запорізькій області (16,55 %); "+++" – у трьох пробах Запорізької області (1,9 %); «++++» – у 56 пробах Харківської, Запорізької Івано-Франківської, Луганської та Полтавської областей (33,17 %).

У 2020 році нозематоз реєстрували у Полтавській, Харківській, Кіровоградській, Запорізькій, Дніпропетровській, Луганській, Івано-Франківській, Волинській та Донецькій областях. Спори *N. apis* виявляли в сильному ступені «++++» у 65,6 % проб, середньому – «+++» – 3,5 %, слабкому – «++» – 19,5 % та поодинокі спори «+» – 11,4 % досліджених бджолиних сім'ях.

У 2021 році діагноз на нозематоз встановили у 137 досліджених проб патологічного матеріалу. Питома вага захворювання склала 47,9 %. Реєстрували захворювання повсюдно. Спори *N. apis* виявляли в сильному ступені «++++» в 14,6 % проб, середньому – «+++» – 30,1 %, слабкому – 24,0 % та поодинокі спори «+» – 31,3 % проб.

Ураження спорами *N. apis* реєстрували не тільки восени та навесні, але й влітку, що не є характерним для цього виду захворювання та дає нам підстави підозрювати наявність на пасіках іншого виду збудника – *N. ceranae*, який спричинює прояв нозематозу в літній сезон. Наявність хвороби підтверджували характерними клінічними ознаками: суттєве зменшення кількості імаго бджіл у вулику, зниження льотної активності та медової продуктивності і, як наслідок, значним ослабленням сили бджолиної сім'ї в цілому. У випадку максимального ураження спорами ноземи в пробах патологічного матеріалу спостерігали також наявність цист амеби *Malpighamoeba mellificae* (Prell).

6.5. Акарози бджіл

Вароатоз (варооз) – інвазійна хвороба бджолиних сімей, яка спричиняється кліщем *Varroa destructor* і *Varroa jacobsoni*. Збудник вражає дорослих бджіл і розплід. Під час захворювання з'являються нездатні до польоту трутні та бджоли, що призводить до ослаблення бджолиних сімей. За сильного ступеня ураження гине розплід, спостерігається викидання з гнізд загиблих бджолиних і трутневих личинок та лялечок. Восени та взимку уражені кліщем сім'ї проявляють неспокій та часто гинуть у першій половині зимівлі. У загиблих бджіл зазначають утягнуте черевце (синдром утягнутого черевця), за роздавлювання грудного відділу гемолімфи не видно. Кліщів Вароа можна побачити неозброєним оком на грудному та черевному відділах екзоскелету. Доведено (Pusceddu et al., 2021), що кліщ Вароа є переносником багатьох вірусів, які викликають захворювання бджіл.

За аналізом результатів поширення збудників паразитарних хвороб у сім'ях бджіл виявлено, що за дослідний період захворюваність на варооз мало широке розповсюдження, але поступилося питомою вагою поміж інших захворювань, нозематозу. Встановили, що питома вага вароозу у 2019 році склала 28,7 %, у 2020 – 35,44 % та у 2021 – 34,4 % (рис. 6.10).

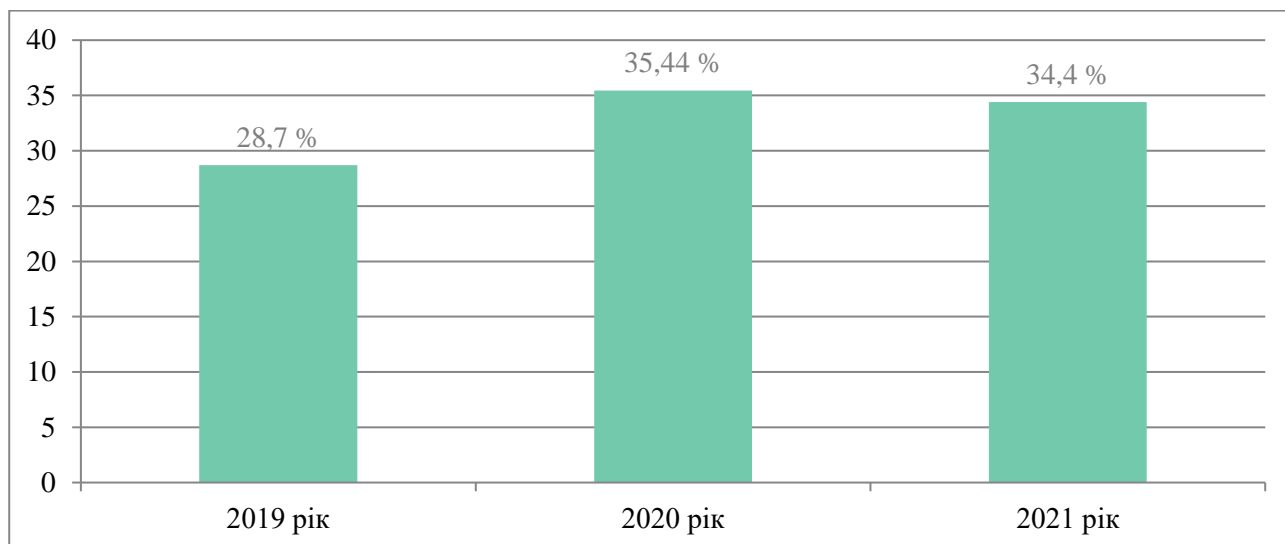


Рис. 6.10. Динаміка питомої ваги вароозу за період 2019–2021 років, %

Від ступеня ураження бджіл кліщами *V. destructor* визначається життєздатність бджолиних сімей та рентабельність пасіки. Під час встановлення діагнозу на варооз враховують екстенсивність інвазії (ЕІ) з розрахунку на 100 комах: слабка – до 4 %, середня – до 4–10 % та сильна – понад 10 %. Щодо аналізу ЕІ кліща *V. destructor*, за досліджуваний період значних змін не спостерігалось, ЕІ варіювала від мінімальної 0,1 % і доходила до максимального показника 56,9 % у Харківській області. Найвищі показники ЕІ реєстрували в літньо-осінній сезон, що є характерним для цього виду ектопаразитів (рис. 6.11).

У 2019 році питома вага вароозу становила 28,7 % щодо інших виявлених захворювань та 49,4 %, щодо паразитарних захворювань. Кількість сімей бджіл у яких реєстрували ЕІ менше ніж 4 %, становила 70,8 %. Ураження кліщем *V. destructor* бджіл у межах 4–10 % становила 20,3 %. Кількість бджолиних сімей з ЕІ понад 10 % становила 8,9 %. Дані ЕІ за 2019 рік виявилися найнижчими за попередні дев'ять років. ЕІ варіювала у різні сезони спостереження. Так, максимальну ЕІ спостерігали у Запорізькій області ($9,35 \pm 1,06$ %), у Харківській області середня ЕІ становила ($4,25 \pm 0,87$ %), у Полтавській – ($2,11 \pm 0,80$ %). В інших областях показник ЕІ не перевищував 1 %.

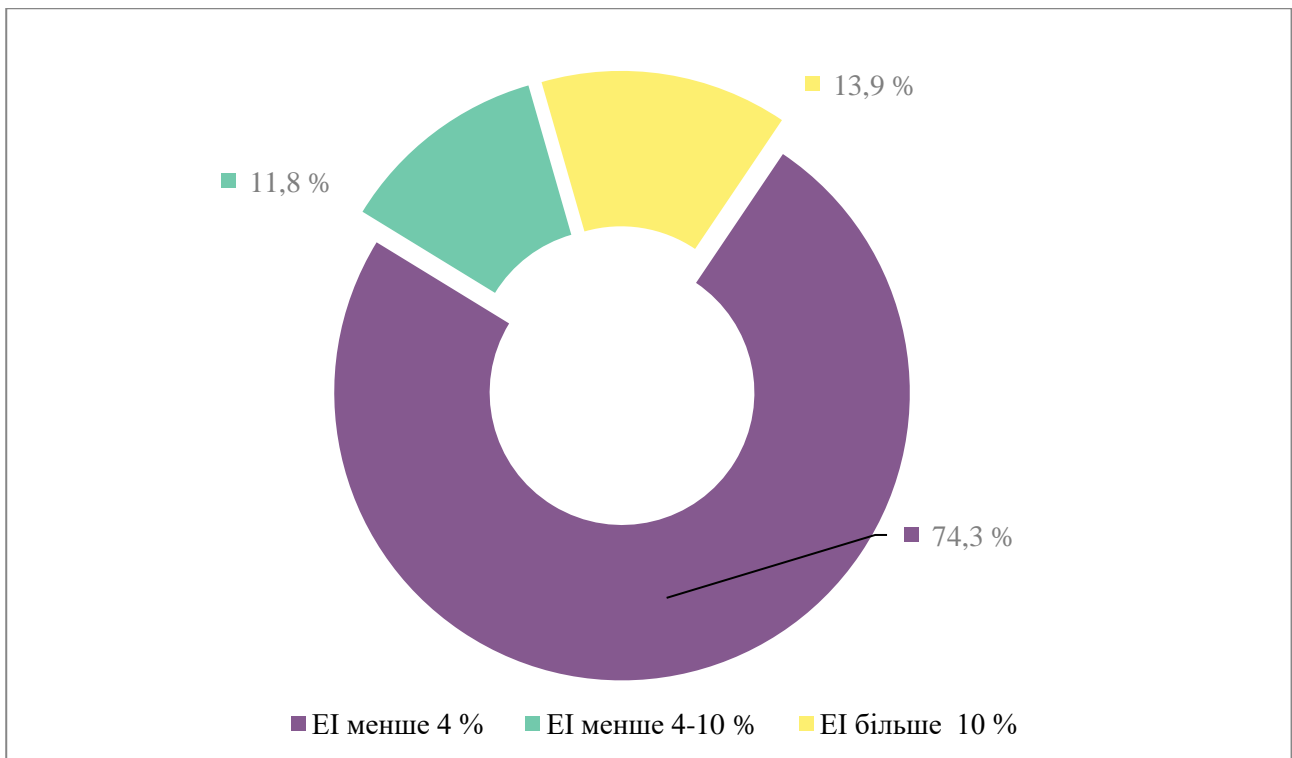


Рис. 6.11. Екстенсивність ураження сімей бджіл кліщем *V. destructor* за період 2019–2021 років, %

У 2020 році питома вага вароозу становила 35,44 %. Кількість сімей бджіл, у яких реєстрували ЕІ менше ніж 4 %, становила 54,0 %. Ураження кліщем *V. destructor* бджіл у межах 4–10 % становила 13,0 %. Кількість бджолиних сімей з ЕІ понад 10 % становила 33,0 %. ЕІ коливалася від 0,1 % до 56,9 % у пробах з Харківської області, цей показник був максимальним за весь дослідний період. Так, у Харківській області середня ЕІ становила $(11,16 \pm 6,91)$ %, у Чернігівській – $(7,03 \pm 0,52)$ %, в Івано-Франківській – $(4,02 \pm 0,71)$ %, у Львівській – $(1,11 \pm 0,08)$ %. В інших областях показник ЕІ не перевищував 1 %.

У 2021 році діагноз на варооз було встановлено у 98 пробах, що склало 34,4 % щодо інших захворювань. Екстенсивність ураження кліщем становила в середньому $(0,91 \pm 0,36)$ %, що не перевищує умовний рівень благополуччя сімей. Так у Харківській області середня ЕІ становила $(2,17 \pm 1,42)$ %, у Полтавській – $(1,0 \pm 0,71)$ %, в Івано-Франківській – $(0,15 \pm 0,05)$ %, в Одеській – $(0,73 \pm 0,16)$ %, у Київській – $(0,28 \pm 0,06)$ %, у Рівненській області – $(0,11 \pm 0,01)$ %.

Відмінності ураження бджіл вароозом залежали від багатьох чинників, зокрема, абіотичних: тривалих безвз'яткових періодів, суттєвих змін термогидрорежиму навесні та влітку; біотичних: породи бджіл, різноманіття медоносної бази та інших. Однак основний вплив чинив антропогенний чинник, зокрема, недотримання рекомендацій щодо проведення ветеринарно-санітарних

заходів на пасіках впродовж року. Щільність популяції ектопаразита є одним з основних екологічних показників виду та має велике значення щодо планування боротьби з ним. Зниження чисельності кліщів в сім'ях бджіл необхідно проводити відразу після головного медозбору (серпень-вересень), коли основна частина популяції паразита годується на дорослих особинах господаря та має найбільш патогенний вплив на формування зимової генерації бджіл.

6.6. Заходи контролювання хвороб бджіл

В наш час бджільницьке господарство не може існувати без високого рівня сили бджолиних сімей. Сила сім'ї залежить від багатьох зовнішніх чинників, дотримання технології утримання та виконання обов'язків бджоляра. Серед цих чинників, одне з чільних місць – це здоров'я бджіл та розплоду у сім'ї. Зважаючи на це, можемо зазначити, що основним важливим етапом у розвитку бджільництва є періодичні лікувально-профілактичні заходи на пасіках проти інфекційних та інвазійних хвороб бджіл (Berezovskyi and Panchev, 2012; Єфіменко, 2016; Сіренко, 2019; Underwood et al, 2019;).

Заходи з профілактики та лікування хвороб бджіл мають проводитись впродовж активного пасічницького сезону. Умовно можна поділити роботи на пасіці на весняні, літні та осінні.

В ранньовесняний період (березень-квітень), коли температура навколишнього середовища не нижче 10–12 °С, але не пізніше 2–3 тижнів до початку медозбору, оптимальний період для профілактики інвазійних хвороб бджіл, а також посилення репродуктивної сили сім'ї. Рекомендовано використовувати:

- біотехнологічні методи боротьби з кліщем вароа, а саме використання рамок з трутневими комірками (будівельних рамок), формування відводків із закритим розплодом;

- застосування компенсаторних засобів відновлення втрачених поживних речовин (імуностимулюючі препарати);

- використання органічних кислот та препаратів на основі ефірних олій.

Залежно від температурних коливань та в періоди між відкачуванням меду, за потреби, можна також застосовувати препарати на основі ефірних олій та органічні кислоти.

Після відкачування меду, зазвичай з липи (1–5 липня), необхідно вибірково визначити ступінь ураження бджолиних сімей кліщем вароа. Якщо переважає процент ЕІ до 1,0 %, обробку хімічними акарицидами відкладають до відкачування меду з соняшника (початок серпня), якщо відсоток ЕІ понад 1 %,

безпечним засобом боротьби з кліщем буде використання мурашиної кислоти. Ефективність обробок контролюють, підклавши на дно вулика змащений жиром цупкий папір або іншими експрес-методами.

Якщо не планується відбір меду в другій половині літа, можна відразу застосувати хімічні акарициди на основі таких діючих речовин як флуметрин чи флувалінат, на термін не менше 24 діб.

В літній період особливу увагу бджоляр має звертати на температуру зовнішнього середовища, препарати на основі органічних кислот та хімічні препарати, як правило мають обмеження. Так препарати на основі мурашиної кислоти та амітразу не рекомендовано використовувати за температури вище 25 °С.

Особливий період забезпечення здоров'я бджолиної сім'ї для бджоляра розпочинається з середини серпня. В цей період рекомендовано провести перевірку бджолиної сім'ї та розпочати боротьбу з кліщем вароа з використання препаратів на основі флуметрину чи флувалінату.

Восени обов'язково проводять профілактичні оброблення від нозематозу, рекомендовано використати препарати на рослинній чи біоорганічній основі, які не є антибіотиками, але мають комплексний протинозематозно-аскосферозний та стимулюючий ефект завдяки подовження терміну життя бджіл. Також осінь – найкращий час для боротьби з вірусними хворобами бджіл. Протівірусні препарати можна дати в період підгодівлі медовим чи цукровим сиропом, згідно настанов по застосуванню, але закінчити згодовування рекомендовано не пізніше середини вересня.

Необхідно пам'ятати, що вчасне згодовування цукрового сиропу (не пізніше 10–15 вересня) дасть змогу не зношуватись бджолам, що йдуть в зиму. Заміна природного корму на цукровий сироп не має бути повною. Бажано, щоб мед складав не менше 50 % від загального об'єму корму, що потрібний для зимівлі бджіл.

У жовтні-листопаді пасічникам рекомендовано провести заключну обробку від кліща. Бажано кінцеву обробку проводити дворазово з інтервалом 5–7 днів, за температури навколишнього середовища не нижче 5 °С. Зазвичай, використовують препарати на основі тау-флувалінату (чи інших хімічних препаратів) або 2 % щавлеву кислоту.

6.7. Використання хвойного екстракту проти вароозу в органічному бджільництві

За даними звіту Науково-дослідного інституту органічного сільського господарства (Willer & Lernoud, 2019), світове органічне землеробство стрімко розвивається. Якщо у 1999 р. було 200 тис. виробників органічної продукції, то у 2017 – 2,9 млн. У світі наразі 112,3 млн га органічних земель, з яких 70 (1,4%) – сільськогосподарські. Динамічно розвивається і органічне бджільництво. У 2017 р. в органічних господарства було понад 3,2 млн бджолиних сімей, що становить майже 3,5%. В основному вони зосереджені в Латинській Америці (45%) та Європі (30%).

Збільшується кількість органічних пасік і в Україні. За даними національного сертифікаційного органу в галузі органічної сертифікації «Органік Стандарт», у середині 2019 р. їх було приблизно 50, а на початку 2020 р. вже 75.

На думку фахівців (Willer & Lernoud, 2019), головною перешкодою для розвитку органічного бджільництва є вароатоз. Ця проблема залишається однією з головних і у традиційному бджільництві. Вона спричинює періодичні великі втрати бджолиних сімей у Європі та США (Rosenkranz et al., 2010).

Однак, в органічному бджільництві вона є особливо гостро, оскільки технологія його ведення передбачає використання для лікування цієї хвороби лише рослин, рослинних препаратів та деяких органічних кислот (Commission Regulation (EC), 2007).

Але й вони мають цілу низку недоліків, що обмежує їхнє використання. Застосовувати можна не штучні, а лише натуральні кислоти, які є значно дорожчими (Регламент). Мурашина кислота має низьку ефективність за певного діапазону температур навколишнього повітря. За даними Calderone (2010), препарат на основі цієї кислоти, не завжди забезпечує належний рівень контролю кліща вароа. Навіть тоді, коли температура під час застосування падає в межах рекомендованого діапазону, зазначеного в інструкції. Органічні кислоти не діють на кліща у закритому розпліді (Volli et al., 1993). Специфіка їхнього використання передбачає ретельний індивідуальний підбір дози та підвищує ймовірність передозування (Charriere & Imdorf, 2002). Мурашина кислота має нейротоксичну дію на розплід. За даними Gregorc & Planinc (2001), личинки, у яких відбувається інтенсивний обмін речовин, дуже чутливі до її дії. Є повідомлення (Giovenazzo & Dubreuil, 2011; Underwood & Currie, 2007) про те, що використання таких органічних кислот як щавлевої та мурашиної може призводити і до загибелі маток, а також робочих особин. Це уповільнює розвиток

бджолиних сімей і, як наслідок, продуктивність. Проте, найголовніше, що органічні кислоти, як і всі хімічні акарициди, забруднюють продукти бджільництва (Bogdanov et al., 2002; Moosbeckhofer et al., 2003). Окрім того, працювати з цими кислотами потрібно у засобах захисту дихальних шляхів і гумових рукавицях. Тому до роботи з ними допускаються особи, які пройшли спеціальний інструктаж.

Альтернативою хімічним методам проти вароатозу є рослини та рослинні препарати. Наразі досліджено високу ефективність тимолу (Imdorf, 1999), ментолу (Westcott & Winston, 1999), суміші тимолу, евкалиптової олії, ментолу та камфори (Calderone & Spivak, 1995), ефірної олії материнки (Romo-Chacon et al., 2016; Sabahi et al., 2017), чебрецю і м'яти (Ariana et al., 2002) та ін. Пошук нових ефективних акарицидів, які не токсичні для бджіл і не забруднюють продукти бджільництва, триває постійно (Rosenkranz et al., 2010).

Однак, тимол, ментол та ефірні олії дуже дорогі для українського бджоляра, тому є необхідність у пошуку дешеших, але ефективних противароатозних рослинних препаратів. Одним з таких засобів є екстракт хвойний натуральний, противароатозна дія якого мало досліджена. Це 50% водний екстракт, який містить 99,5 г водної витяжки хвої сосни (ялини) та 0,5 – ефірної олії ялини (сосни).

Встановлено, що на початку дослідження, перед весняним обробленням, бджолині сім'ї дослідної і контрольної груп за закліщеністю ймовірно не відрізнялись. Цей показник коливався у межах 3–5% і свідчив про те, що вони потребували проведення лікувальних заходів проти вароатозу (табл. 6.1).

Таблиця 6.1. Закліщеність бджолиних сімей, % (n=12)

Закліщеність	Противароатозний засіб			
	екстракт хвойний		мурашина кислота	
	$\bar{x} \pm s_x$	min–max	$\bar{x} \pm s_x$	min–max
перед весняною обробкою	4,33±0,225	3–5	4,50±0,195	3–5
після весняної обробки	0,25±1,131*	0–1	0,83±0,241	0–2
перед осінньою обробкою	4,83±0,271**	3–6	5,92±0,260	4–7
після осінньої обробки	0,08±0,083	0–1	0,17±0,112	0–1
перед весняною обробкою (на 2-й рік дослідження)	4,00±0,246**	3–5	4,92±0,313	4–7

Примітка. *P<0,05, **P<0,01 у порівнянні з контрольною групою.

Після весняної противароатозної обробки закліщеність сімей, яких обробляли хвойним екстрактом, становила 0,25%, що у 3 рази ймовірно менше ($t_{22}=2,128$, P<0,05), ніж контрольної. Таку різницю ми пояснюємо тим, що під час

проведення лікувальних засобів температура повітря вночі опускалась нижче +14 °С, що і призвело до зниження ефективності дії мурашиної кислоти.

Впродовж медоносного сезону закліченість зростає в обох групах. Однак у бджолиних сім'ях, які обробляли мурашиною кислотою, вона була майже 6%, що у 1,2 рази ймовірно більше ($t_{22}=2,887$, $P<0,01$), ніж у дослідній. Це, на нашу думку, було наслідком вищої закліченості бджолиних сімей контрольної групи після весняної обробки. Проведення лікувальних заходів восени різними засобами мало однакову ефективність, оскільки між групами не було ймовірної різниці. Під час осінньої обробки температура повітря була в оптимальних межах для дії мурашиної кислоти. Фінальна закліченість бджолиних сімей становила менше 0,08%. Тобто екстракт хвойний натуральний забезпечує знищення 99,92% кліщів за умови його використання весною і осінню.

Станом на першу весняну ревізію закліченість в обох групах не перевищувала 5%, але у дослідній – у 1,2 рази вірогідно нижчою ($t_{22}=2,303$, $P<0,01$), ніж у контрольній.

Однакова закліченість контрольної і дослідної групи бджолиних сімей пояснюється дослідженнями, які характеризують життєздатність і продуктивність бджолиних сімей (табл. 6.2).

Таблиця 6.2. Показники життєздатності і продуктивності бджолиних сімей (n=12)

Показник	Противароатозний засіб			
	екстракт хвойний		мурашина кислота	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	min–max	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	min–max
Сила сімей станом на весняну ревізію, вулички	7,75±0,131	7–8	7,67±0,142	7–8
Сила сімей станом на осінню ревізію, вулички	10,58±0,149***	10–11	8,67±0,142	8–9
Сила сімей станом на весняну ревізію, вулички	9,50±0,195***	8–10	7,67±0,142	7–8
Ослаблення сімей, вулички	1,08±0,083*	1–2	1,50±0,151	1–2
Кількість спожитого корму, кг/на вуличку	1,35±0,042***	1,1–1,6	1,62±0,042	1,4–1,8
Медова продуктивність, кг	44,67±1,975**	25–51	37,42±0,793	32–40
Воскова продуктивність, кг	0,56±0,020***	0,43–0,65	0,40±0,017	0,29–0,50

Примітка. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$ у порівнянні з контрольною групою.

Встановлено, що на початку дослідження бджолині сім'ї мали однакову силу. Проте станом на осінню ревізію 2017 р. сім'ї контрольної групи мали на 1,9 вулички ймовірну меншу силу, ніж дослідної ($t_{22}=9,319$, $P<0,001$). Це

зумовлено, на нашу думку, тим, що більша закліщеність сімей контрольної групи після весняної обробки загальмувала їхній розвиток впродовж медоносного сезону. Оскільки вони у зимовий відпочинок пішли слабшими, тому з зими вийшли слабшими на 1,8 вулички ($t_{22}=7,607$, $P<0,001$), хоча станом на осінню обробку закліщеність груп була однаково.

Від сили сімей залежить показники, які визначають зимостійкість. Так, ослаблення бджолиних сімей контрольної групи впродовж зими було у 1,4 раза ймовірно вищим ($t_{22}=2,419$, $P<0,05$), ніж дослідної. Різниця за кількістю спожитого корму склала 1,2 раза ($t_{22}=4,485$, $P<0,001$). Хоча ці показники не були критичними і усі 100% сімей вийшли із зими і не втратили матку. Згідно з літературними даними (Gregor & Planinc, 2001; Giovenazzo & Dubreuil, 2011; Underwood & Currie, 2007), органічні кислоти разом з лікувальним ефектом від вароатозу мають і побічну дію. Вони негативно впливають на личинок, маток, робочих особин, що впливає на розвитку бджолиних сімей і їхню продуктивність.

Зниження життєздатності бджолиних сімей позначилось на їхній продуктивності за використання мурашиної кислоти. Проте, продуктивність сімей, де використовували екстракт хвойних натуральний була кращою. Встановлено, що бджолині сім'ї дослідної групи мали у 1,2 раза ймовірну вищу ($t_{22}=3,407$, $p<0,01$) медову продуктивність та у 1,4 – воскову ($t_{22}=5,943$, $p<0,001$).

Отже, екстракт хвойний натуральний є ефективним альтернативним методом для боротьби з вароатозом в умовах органічного бджільництва. Він забезпечує фінальну закліщеність на рівні 0,08%, що сприяє повноцінному розвитку бджолиних сімей і підвищенню медової продуктивності у 1,2 раза та воскової – у 1,4. Ці показники є кращими, у порівнянні з аналогічними за використання мурашиної кислоти. Рекомендуємо для лікування вароатозу в органічному бджільництві використовувати екстракт хвойний натуральний двічі: навесні відразу після першого обльоту і в кінці серпня, додаючи у цукровий сироп у дозі 15 мл на 1 кг корму.

РОЗДІЛ 7

ПАТАНАТОМІЯ МЕДОНОСНОЇ БДЖОЛИ ПРИВАТНИХ ПАСІК ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ

Західна медоносна бджола (*Apis mellifera* L., 1758) – один із ключових для стабільного існування екосистем вид комах, виняткова значущість якого є в реалізації вирішальної в глобальному масштабі функції запилення рослин (Vanbergen, 2013; Hung, 2018), а також виробленні цінних для загального добробуту людства продуктів життєдіяльності – меду, прополісу, маточного молочка тощо (McCune, 2020; Calovi, 2021). З огляду на це, явище щорічних раптових масових втрат популяцій медоносною бджолою, що фіксується впродовж останніх десятиліть у Європі, США та на Близькому Сході, негативно впливає на економічний та екологічний потенціали багатьох країн світу, спричиняє суспільне занепокоєння, а отже потребує детального вивчення (Batista, 2020; Gray, 2020; Hristov, 2020).

Широко поширений синдром руйнування бджолиних сімей (Colony Collapse Disorder, CCD) часто ототожнюється з явищем масової загибелі популяцій медоносною бджолою та характеризується раптовим зникненням переважної більшості робочих особин бджолиної сім'ї за наявності у вулику достатньої кількості запасів корму, розплоду та функціонуючої матки (VanEngelsdorp, 2009; VanEngelsdorp 2017; Lu, 2012). Оскільки механізм дії основних тригерів цього синдрому залишається майже не з'ясованим (VanEngelsdorp, 2017; Gregorc, 2020), науковою спільнотою було висунуто кілька гіпотез для його пояснення, поміж них: вплив патогенів (Barroso-Arévalo, 2019; Borges, 2020; Hristov, 2020) та пестицидів (Carneiro, 2020; Fanta, 2020; Lu, 2020a; Lu, 2020b), аліментарні дистрофії (de Groot, 2021), кліматичні зміни (Havard, 2020; Calovi, 2021), неприйнятне ведення бджільницької практики (Gashout, 2020; Kulhanek, 2021; Steinhauer, 2021) тощо. Оскільки жоден із цих чинників не здатен самотійно спричинити цілісний патерн симптомів CCD, наразі найбільш ймовірною причиною його виникнення вважається синергічний вплив вищезазначених чинників (VanEngelsdorp, 2017; Arthidoro de Castro, 2020; Gregorc, 2020).

Україна характеризується активним веденням бджільницької справи та щорічно входить у десятку світових експортерів меду (Tridge, 2021). Утримання лідерських позицій на тлі глобального поширення синдрому руйнування бджолиних сімей (CCD) вимагає постійної оцінки стану популяцій медоносних бджіл та контролю їхньої чисельності (Fedoriak, 2017).

7.1. Феномен смертності бджолиних сімей

Бджола медоносна, *Apis mellifera* L., належить до класу Комахи (Insecta), ряду Перетинчастокрилі (Hymenoptera), родини Бджолині (Apidae) (Злотін, 1988). Це еусоціальні тварини, що характеризуються кастовою системою організації праці, де окремі особини колонії, залежно від статі та віку, виконують конкретні функції. Таке явище функціонального розподілу, відоме як віковий поліетизм, дає змогу бджолам ефективно координувати роботу у вулику та швидко реагувати на стресові чинники задля забезпечення виживання цілої колонії (Booton, 2017).

Як правило, у межах бджолиної сім'ї буває лише одна матка, що виконує функцію розмноження та гальмує розвиток яєчників робочих бджіл, через виділення мандибулярними залозами маточного феромону. За специфічним складом маточного феромону робочі бджоли впізнають матку та бджіл зі свого вулика, а достатня його концентрація в гнізді забезпечує нормальну життєдіяльність сім'ї. Головною функцією трутнів є парування з молодою неплодною маткою під час шлюбного польоту навесні. Робочі бджоли – це самки з недорозвиненою статевією системою, що в перші 2–3 тижні після виходу з комірок виконують роботи у вулику: чистять стільники, обігривають розплід, годують личинок тощо. Згодом вони починають виготовляти мед із нектару, будувати стільники, забезпечувати вентиляцію та охорону гнізда. Окремі молоді робочі особини – майбутні фуражири, здійснюючи короточасні вильоти з вулика приблизно опівдні за сприятливої погоди, навчаються орієнтуватися в просторі та поступово трансформують свої функції до збору нектару, пилку та води. (Меґедь, 1987; Мирось, 2014).

7.1.1. Синдром руйнування бджолиних сімей. Впродовж останніх десятиліть відбувається збільшення кількості бджологосподарств у світі, а отже має спостерігатися позитивний приріст загального числа бджолиних сімей (Food and Agriculture Organization, 2020). Натомість, незалежними національними та міжнародними дослідницькими програмами все частіше фіксуються випадки масової загибелі популяцій медоносної бджоли, що набувають глобальних масштабів та значно стримують розвиток бджільництва (Meixner, 2016; VanEngelsdorp, 2017; Steinhauer, 2018; Gregorc, 2020; Liu, 2020; Qi, 2020). Наразі це явище широко розповсюджене в багатьох країнах світу та має назву «синдром руйнування бджолиних колоній» (Meixner, 2016).

Синдром руйнування бджолиних сімей (СРК, Colony Collapse Disorder, CCD) – це явище раптового зникнення переважної більшості робочих особин бджолиної колонії, за наявності у вулику достатньої кількості запасів кормів,

розплоду та функціонуючої матки. Робочі особини вилітають із гнізда й не повертаються, тому у вулику та навколо нього відсутні мертві бджоли. За наявності синдрому руйнування бджолиних сімей, випадки пограбування та нападу шкідників (воскової молі, або *Galleria mellonella* Linnaeus, 1758; малого вуликового жука, або *Aethina tumida* Murray, 1867) на уражені вулики спостерігаються значно рідше та є відстроченими в часі на кілька тижнів (VanEngelsdorp, 2009; VanEngelsdorp, 2017; Lu, 2012; Stanimirović, 2019).

Уперше масштабні втрати бджіл, пов'язані із синдромом руйнування бджолиних сімей, були зареєстровані в США наприкінці 2006 року. Експерти підрахували, що середні значення смертності бджолиних популяцій на початку моніторингових досліджень впродовж осінньо-зимового періоду 2006–2007 років становили 32%, що більше ніж на 15% перевищувало показники очікуваних природних втрат (VanEngelsdorp, 2009; Lu, 2012; Booton, 2017; Bruckner, 2019).

Сьогодні подібна тенденція до зменшення кількості бджолиних сімей також є притаманною для країн Європи та відзначається варіабельністю показників смертності за роками та регіонами, причини якої залишаються незрозумілими та потребують детальних досліджень (Brodschneider, 2016; Brodschneider, 2018; Gray, 2019; Oberreiter, 2020). Так, зимові втрати бджолиних сімей в Україні у 2015–2016 рр., 2016–2017 рр. та 2017–2019 рр. становили 9,9%, 17,9% та 11,3% відповідно, та були нижчими за такі середні значення в інших країнах за означені періоди (Fedoriak, 2017; Fedoriak, 2019). Синдром руйнування бджолиних сімей було зареєстровано також у Азії, коли навесні 2009 року в Японії четверта частина бджолярів зіштовхнулася з раптовими втратами популяцій *Apis mellifera* та *Apis cerana* Fabricius, 1793. Показники середніх річних втрат бджолиних сімей у країнах Північної Америки, Європи та Азії флюктують біля 30% та характеризуються локальними спалахами, що досягають 90% (Rucker, 2019). Натомість Африка, Південна Америка та Австралія з невідомих причин майже не потерпають від масового вимирання медоносних бджіл (Kluser, 2010; Bruckner, 2019).

Наразі повідомляється, що така амплітуда втрат не спричиняється одним конкретним чинником, а скоріше зумовлена надзвичайно складним механізмом синергічної дії на організм бджоли різних ендогенних та екзогенних біотичних та абіотичних чинників, включно з впливом патогенів, кліматичних змін, знищення середовища природного існування цих комах, неналежного утримання бджолиних сімей, інтенсифікації ведення сільського господарства з широким використанням агрохімікатів тощо (Gregorc, 2020; Havard, 2020; Hristov, 2020; Liu, 2020; Qi, 2020).

Вплив патогенів. Бджільництву завдають збитки різні хвороби та шкідники, що ослаблюють бджолині сім'ї та навіть можуть стати тригерами їхньої загибелі. Так, бджолині вулики є придатним середовищем існування для різних кліщів (Acari), поміж яких ектопаразитичні види *Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000, *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904, *Tropilaelaps clareae* Delfinado & Baker, 1961 та ендopаразитичний вид *Acarapis woodi* Rennie, 1921 набули глобального поширення та є найбільш економічно значущими патогенами медоносної бджоли (Steinhauer, 2018; Häußermann, 2020; Hristov, 2020).

Кліщі виду *Varroa destructor*, спочатку асоційовані зі східною медоносною бджолою *Apis cerana*, більше півстоліття тому набули здатності активно паразитувати на особинах західної медоносної бджоли *Apis mellifera*, що призводить до глобальних втрат популяцій останньої (Eliash, 2020; Häußermann, 2020; Mondet, 2020; Odemer, 2020). *Varroa destructor* живиться жировим тілом бджіл, тим самим сприяє появі білкової дистрофії, що зазвичай супроводжується імуносупресією організму (рис. 7.1) (Ramsey, 2019; Gajger, 2020; Noël, 2020; Пилипко, 2021b).

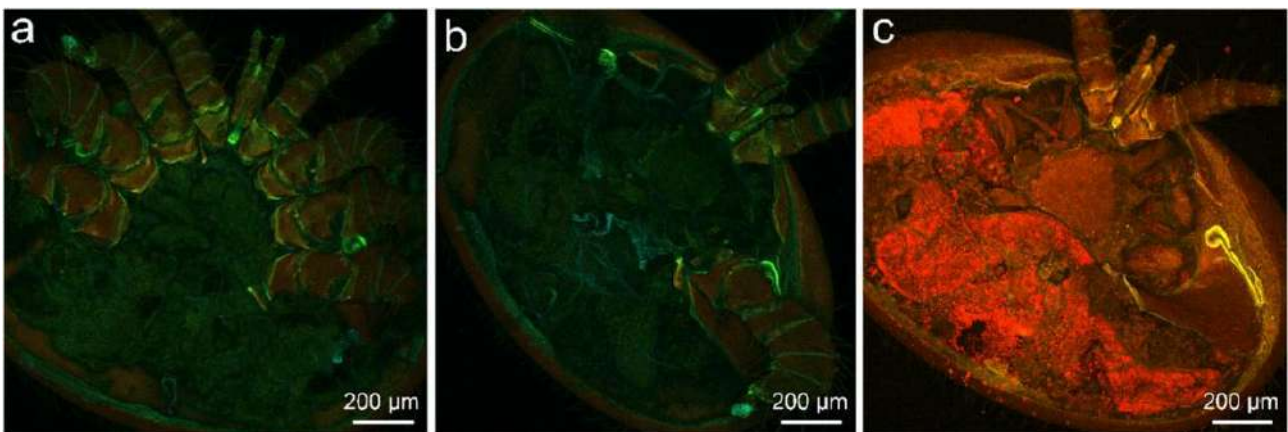


Рис. 7.1. Конфокальна лазерно-скануюча мікроскопія тіла кліща *Varroa destructor* (флюорофор жирового тіла – Ніл червоний – червоний колір; флюорофор гемолімфи – Уранін – зелений колір): *a* – кліщ, що харчувався міченою гемолімфою бджоли; *b* – контроль; *c* – кліщ, що харчувався міченим жировим тілом бджоли (Ramsey, 2019).

Крім того, інвазія бджіл-збирачок кліщем варроа спричиняє порушення процесів орієнтації в просторі та ускладнює їхню функціональну діяльність. Для трутнів було продемонстровано зменшення маси тіла через ураження *Varroa destructor*, що призводить до зниження показників льотної активності, а також негативно позначається на якості сім'яного матеріалу. Інтенсивність інвазії варіює в межах сім'ї залежно від сезону у зв'язку з фенологічними процесами паразита та хазяїна. Високий рівень інвазії зазвичай спостерігається

восени, коли популяція кліщів збільшується, а популяція бджіл перед зимівлею скорочується (Barroso-Arévalo, 2019; Hristov, 2020; Roth, 2020). У медоносних бджіл виявлено близько 70 вірусів (Пилипко, 2021a). Деякі з них хоч і асоційовані з бджолами, однак не спричиняють прояву будь-яких клінічних ознак. З іншого боку, є віруси, що виявляють патогенність за сприятливих умов навколишнього середовища та характеризуються високою вірулентністю (Beaurepaire, 2020).

Кліщі *Varroa destructor* вважаються основним вектором передачі вірусу деформованого крила (Deformed Wing Virus, DWV), вірусу гострого паралічу бджіл (Acute Bee Paralysis Virus, ABPV), кашмір-вірусу бджіл (Kashmir Bee Virus, KBV), ізраїльського вірусу гострого паралічу (Israeli Acute Paralysis Virus, IAPV) та можливим вектором передачі вірусу хронічного паралічу бджіл (Chronic Bee Paralysis Virus, CBPV), вірусу мішечкуватого розплоду (Sacbrood Virus, SBV) та вірусу чорних маточників (Black Queen Cell Virus, BQCV). Завдяки своїй харчовій поведінці кліщ *Varroa* безпосередньо ін'єктує віруси в гемолімфу бджіл, тим самим сприяючи збільшенню їхніх титрів та більш широкому поширенню інфекції (Barroso-Arévalo, 2019; Gusachenko, 2020; Hristov, 2020; Li-Vyarlay, 2020).

Існує припущення, що вірус деформованого крила (DWV) є важливим довгостроковим стресовим чинником, статистично пов'язаним із синдромом руйнування бджолиних сімей. DWV характеризується глобальним поширенням і є найбільш розповсюдженим поміж описаних на сьогодні вірусів медоносних бджіл. За потрапляння в організм бджоли на ювенільній стадії розвитку, DWV у подальшому спричиняє характерні деформації крил комах, а також призводить до здуття черевця, зміни забарвлення тіла та скорочення тривалості життя медоносних бджіл. Якщо зараження відбувається на стадії імаго або у випадку потрапляння в організм бджоли низького титру вірусу, інфекція може набувати прихованої форми (Beaurepaire, 2020; Requier, 2020). Однак, навіть за відсутності видимих морфологічних проявів, бджолині сім'ї з прихованою інфекцією є ослабленими, характеризуються ураженням нейроглії, що веде до порушення поведінкових актів, пов'язаних з орієнтацією в просторі, та визначає схильність до виникнення симптомів синдрому руйнування бджолиних сімей (Benaets, 2017; Natsopoulou, 2017; Barroso-Arévalo, 2019; Gusachenko, 2020; Traniello, 2020). Окрім DWV, із синдромом руйнування бджолиних сімей деякі вчені намагаються пов'язати інфікування бджіл IAPV та KBV. Однак більшість досліджень вказують на те, що жоден із відомих сьогодні вірусних патогенів бджіл безпосередньо не здатен спричинити повний симптоматичний профіль CCD (McMenamin, 2018; Stanimirović, 2019; Ryabov, 2020).

Мікроспоридії роду *Nosema* – це облигатні внутрішньоклітинні паразити медоносних бджіл, джмелів та шовкопрядів. До недавнього часу повідомлялося, що існує лише два види мікроспоридій, що є паразитами медоносних бджіл, а саме *Nosema ceranae* Fries, 1996 та *Nosema apis* Zander, 1909. Нещодавно, у 2017 році, було відкрито новий вид ноземи – *Nosema neumannii* Chemurot, 2017, у медоносних бджіл з Уганди. *Nosema apis* є специфічним паразитом *Apis mellifera*, тоді як представникам виду *Apis cerana* притаманний паразитичний вид *Nosema ceranae*. Довгий час вважалося, що ці два види ноземи мають високу видову специфічність, однак із початку цього століття багато досліджень показують, що вид *Nosema ceranae* набув здатності вражати обидва види бджіл та став домінуючим у багатьох країнах світу.

Мікроспоридії пошкоджують епітеліальні клітини середньої кишки робочих бджіл, маток та трутнів (рис. 7.2) (Higes, 2020; Hristov, 2020).

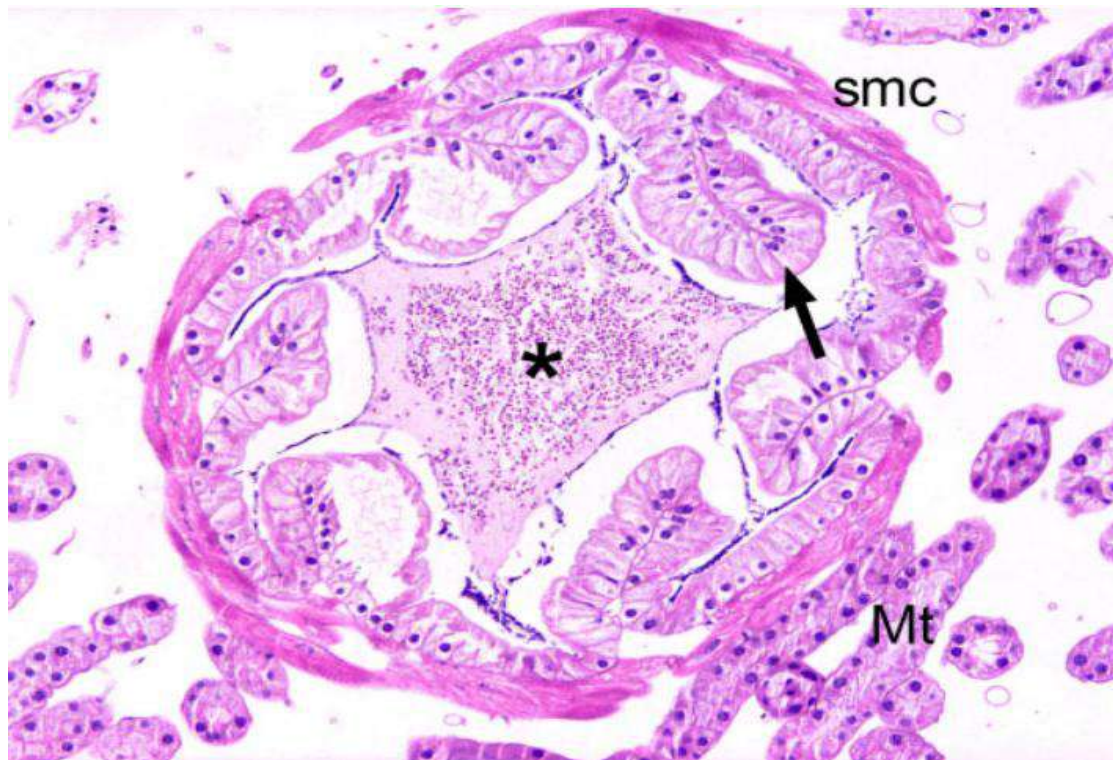


Рис. 7.2. Спори *Nosema ceranae* в просвіті середньої кишки робочої бджоли: *Mt* – поперечний переріз мальпігієвих судин; *smc* – тонкий шар клітин скелетних м'язів; стрілка – стовпчастий епітелій клубової кишки; зірочка – спори *Nosema ceranae* (модифіковано з Higes, 2020)

Негативний вплив ноземозу проявляється в зниженні рівня продуктивності бджіл та їхньої загальної виживаності. На відміну від *Nosema apis*, інвазія якого зрідка призводить до загибелі хазяїна, асоціація *Nosema ceranae* з *Apis mellifera*, як правило, супроводжується серйозним

ураженням окремих особин із високим рівнем летальності на рівні сім'ї. *Nosema ceranae* зберігається в сім'ї протягом 18-місячного періоду, перш ніж викликає її ослаблення. Представників цього виду часто розглядають як потенційний чинник виникнення синдрому руйнування бджолиних сімей (Borges, 2020; Hristov, 2020).

Малий вуликовий жук, або *Aethina tumida* (Small Hive Beetle, SHB) – ендемік Африки, є нехарактерним для європейських популяцій медоносної бджоли. Однак, упродовж останніх 25 років, представники виду *Aethina tumida*, інтродуковані в багатьох країнах світу, завдають великої шкоди бджільництву. Як імаго, так і личинки цих жуків уражають розплід та кормові запаси медоносних бджіл. Так, особини *Aethina tumida*, проникаючи в комірки з медом або пергою, пошкоджують їхню цілісність та спричиняють процеси бродіння меду через забруднення його екскрементами. У такій сім'ї матка зазвичай припиняє сіяти яйця, а робочі особини прагнуть покинути гніздо. Мед із сім'ї, ураженої *Aethina tumida*, не використовується бджолами та є непридатним для споживання людиною (Hristov, 2020).

Шершні виду *Vespa velutina* Lerequetier, 1836 становлять серйозну загрозу для локальних запилювачів, оскільки полюють на багатьох літаючих комах, зокрема медоносних бджіл. Вид *Vespa velutina* був випадково інтродукований із Китаю в інші країни Азії (Корея, Японія) та Європи впродовж останніх десятиліть. Нападаючи на льотних бджіл-фуражирів, шершні позбавляють колонію робочих особин, вони також можуть розкрадати слабкі гнізда, з'їдаючи розплід і споживаючи запаси меду, тим самим сприяти загибелі бджолиних сімей (Gregorc, 2020; Laurino, 2020).

На життєдіяльність бджолиної сім'ї можуть впливати й бактеріальні захворювання. Це здебільшого стосується тих інфекцій, якими масово уражається розплід, що зумовлює вимирання бджолиної сім'ї. Збудниками таких інфекцій можуть бути бактерії *Melissococcus plutonius* (ex White 1912) Bailey and Collins 1983 та *Paenibacillus larvae* (White 1906) Ash *et al.* 1994, що здатні спричинити європейський та американський гнильці відповідно.

Крім цих бактеріальних захворювань, можливі також інвазійні мікози, спричинені *Ascospaera apis* (Maasen ex Claussen) L.S.Olive & Spiltoir, 1955 та *Aspergillus* spp., що через свою високу вірулентність здатні спричинити ураження цілої сім'ї та відіграють далеко не останню роль у процесах масової загибелі бджіл (Barroso-Arévalo, 2019; Stanimirović, 2019; Havard, 2020).

Кліматичні зміни. Під час опитування, проведеного в США, вплив погоди було визначено одним із рушійних чинників виникнення синдрому руйнування бджолиних сімей. Кліматичні зміни здатні спричинити зсуви фенологічних

циклів рослин та їхніх запилювачів, зокрема бджіл. Унаслідок глобального потепління такі зсуви зумовлюють міграцію видів-запилювачів у нові географічні райони, впливаючи таким чином на екосистеми регіону-реципієнта. У багатьох випадках ця міграція є несприятливою для місцевої фауни, через конкуренцію за продовольчі ресурси або перенесення різних шкідників та хвороб. Зміна клімату сприяє розширенню ареалів патогенних організмів та дозволяє їм інвазувати нові популяції медоносної бджоли (Hristov, 2020).

Інвазія чужорідних видів є серйозною перешкодою для збереження біорізноманіття як на глобальному, так і на локальному рівнях, оскільки їхнє поширення сприяє порушенню гомеостазу екосистем. Вступаючи в контакт із новим середовищем, інвазійні види здатні призводити до його поступової модифікації (Laurino, 2020). У такий спосіб, поява синдрому руйнування бджолиних сімей так чи інакше пов'язана зі зміною середовищ існування бджіл, а отже аліментарними дистрофіями, прямо або опосередковано спричиненими несприятливими кліматичними умовами (VanEngelsdorp, 2017; Hristov, 2020).

Також, у межах бджолиної сім'ї якомога нижчою повинна підтримуватися вологість повітря, тоді як температура розплоду має бути на рівні 34°C влітку та опускатися не нижче 13°C взимку. Тривалі періоди холодної або вологої погоди, а також недостатня кількість харчових ресурсів, можуть негативно позначатися на здоров'ї медоносних бджіл. Так, останні можуть обмежувати власну льотну діяльність, тим самим гальмуючи надходження нектару та пилку до вулика. І навпаки, якщо температура у вулику піднімається вище 34,5°C, то бджоли демонструють зміну поведінкових актів у поєднанні з порушеннями процесу запам'ятовування, зумовленими перегріванням (Hristov, 2020).

Антропогенний вплив. Медоносні бджоли активно взаємодіють із навколишнім середовищем, особливо під час процесу збору пилку та нектару. На додаток до різних патогенів та абіотичних чинників, існує також багато рушіїв, що призводять до масових втрат бджолиних сімей, названих антропогенними (Donkersley, 2020; Hristov, 2020). Так, забруднення атмосферного повітря важкими металами зумовлене антропогенним чинником під час процесів урбанізації та індустріалізації. Оскільки бджоли збирають пилок із великої кількості різних видів квітів, важкі метали, що там акумульовані, можуть спричинити їхнє отруєння. Саме тому, медоносних бджіл та продукти їхньої життєдіяльності часто використовують у ролі біопоказників забруднення навколишнього середовища важкими металами (Goretti, 2020; Hristov, 2020; Pijević, 2021).

Неоднорідність ландшафтів визначає вищу ймовірність для бджіл отримати кількісно і якісно збагачений харчовий раціон. У разі, якщо кормова

база медоносної бджоли характеризується монофлорністю, як це часто буває в межах сільськогосподарських угідь, фуражири втрачають можливість забезпечити колонію збалансованою дієтою, що супроводжується зниженням ефективності імунної відповіді, репродуктивного успіху та виживання на індивідуальному й колоніальному рівнях (Donkersley, 2020; de Groot, 2021).

Вплив генетично модифікованих рослин на здоров'я медоносних бджіл є досить суперечливим. Деякі дослідники свідчать, що проковтування високих концентрацій Vt-токсинів (токсин, що продукується *Bacillus thuringiensis* Berliner 1915 та використовується для захисту культурних рослин від шкідників) впливає на поведінку медоносних бджіл, призводить до зменшення їхньої виживаності, зниження маси тіла личинок, подовжує терміни розвитку тощо, тоді як інші науковці таких порушень не фіксують (Hristov, 2020).

З іншого боку, широкого поширення набуло ведення сільського господарства за відсутності бур'янової рослинності на посівах. Оскільки бур'яни є альтернативним джерелом кормів для бджіл, такий підхід сприяє порушенню збалансованого харчування останніх. Велика кількість прямих антропогенних чинників може призвести до зникнення багатьох квіткових рослин, що є основними джерелами їжі для медоносних бджіл (Lu, 2012; Hristov, 2020).

Неналежне ведення бджільницької справи, як-от порушення умов харчування й утримання бджіл, некоректне застосування антибіотиків, акарицидів й інсектицидів безпосередньо у вуликах та поблизу пасіки, надмірна експлуатація бджолиних сімей тощо, можуть бути причиною або доповненням до комплексу стресових чинників явища масової загибелі медоносних бджіл. Досліджено, що ті сім'ї медоносних бджіл, що утримуються професійними бджолярами, майже ніколи не виявляють ознак хвороб, на відміну від пасік бджолярів-аматорів, підопічні яких часто мають симптоми бактеріальних інфекцій та високий рівень закліщеності варроа (Hristov, 2020). Утримання стаціонарних бджолопасік із високою щільністю сімей, як правило, призводить до збільшення рівня їхнього зараження хворобами, наприклад варроозом (Steinhauer, 2018; Dynes, 2020). А тривале транспортування бджолиних сімей на значні дистанції під час кочівель або для продажу сприяє панконтинентальному поширенню патогенів (Steinhauer, 2018).

Харчування медоносних бджіл також є важливим чинником підвищення стійкості сімей медоносних бджіл до різних патогенів. Правильне та збалансоване харчування впродовж року є необхідною умовою ефективного функціонування імунної системи як на індивідуальному, так і на соціальному рівнях (Hristov, 2020).

7.1.2. Токсичний вплив пестицидів на медоносних бджіл. Усе розмаїття хімічних і біологічних засобів захисту рослин об'єднується під загальною назвою «пестициди», а поміж багатьох причин, пов'язаних з глобальними втратами популяцій медоносної бджоли, найбільш дискусійною залишається – активне використання цих сполук у сільському господарстві (Arthidoro de Castro, 2020; IRAC, 2020). У порівнянні з хімічними речовинами іншого призначення, пестициди мають низку особливостей, що визначають їхню потенційну небезпеку: навмисне внесення в навколишнє середовище, контакт із залишковими кількостями пестицидів у побуті, висока біологічна активність тощо (Wang, 2018).

Інсектициди – одна з груп пестицидів, що широко використовується для захисту рослин від шкідливих комах. Контролюючи кількість шкідників, інсектициди допомагають попередити втрати врожаю та покращити його якість. Сьогодні у світі описано більше 20 механізмів дії інсектицидів. У цілому, їхній вплив на комах заснований на порушенні життєво важливих біологічних процесів в організмі, водночас селективність дії конкретних груп препаратів може сильно варіювати (Matsuda, 2019). Крім того, інсектициди також здатні спричинити токсичний ефект на основних запилювачів сільськогосподарських культур – бджіл, у разі прямого контакту з обробленими рослинами, або коли вони пролітають над забрудненою хімічними сполуками територією, поглинаючи токсичні повітряно-крапельні частинки, під час споживання контамінованих інсектицидами кормів та води (Arthidoro de Castro, 2020; Lu, 2020a).

Наразі в більшості країнах світу існує нормативна документація, що регламентує основні способи та порядок застосування інсектицидів, а також передбачає проведення попередніх досліджень щодо гострого токсичного впливу цих сполук на основних запилювачів, зокрема медоносних бджіл (Адамчук, 2021). Однак, незважаючи на вищезазначене, досі мало що відомо про наслідки хронічного впливу інсектицидів на медоносних бджіл у сублетальних концентраціях, що залишаються після цільового використання інсектицидів та можуть зберігатися в навколишньому середовищі протягом тривалого часу (Arthidoro de Castro, 2020).

Неонікотиноїди – це сучасні хімічні сполуки, що протягом останніх десятиліть активно використовуються для знищення шкідливих комах як системні інсектициди широкого спектру дії та ветеринарні препарати. Сьогодні неонікотиноїди зареєстровані та схвалені до використання для захисту сотень культурних рослин у понад 120 різних країнах світу. Після більш ніж 20-річного досвіду використання, неонікотиноїди домінують на ринку інсектицидів, а

показники їхнього щорічного продажу у світі перевищують 3,5 млрд. доларів (Matsuda, 2019; Lu, 2020a; Lu, 2020b; Wood, 2020b).

Імідаклоприд (imidacloprid, IMI), тіаметоксам (thiamethoxam, TMX), тіаклоприд (thiacloprid, THI), нітенпірам (nitenpyram, NIT), ацетаміприд (acetamiprid, ACE), клотіанідин (clothianidin, CLO) та дінотефуран (dinotefuran, DIN) є основними неонікотиноїдами в усьому світі. TMX, IMI та CLO станом на 2012 рік становили майже 85% від загального обігу неонікотиноїдів у галузі захисту рослин. Сульфоксафлор (sulfoxaflor, SUL), циклоксаприд (cyclocharpid, CYC), пейконгдинг (paichongding, IPP) та імідаклотіз (imidaclothiz) – нещодавно розроблені неонікотиноїдні інсектициди, що були випробувані в Китаї й незабаром можуть бути доступні на китайському та американському ринках (Matsuda, 2019; Wang, 2020b; Wood, 2020b).

Переваги використання неонікотиноїдних сполук можна пояснити широким спектром їхньої дії на шкідників, різноманітністю методів застосування та відносно низьким ризиком шкоди для нецільових видів; остання теза часто критикується науковцями через появу все більшої кількості досліджень, що свідчать про негативний вплив цих сполук на нецільових комах, зокрема медоносних бджіл (Lu, 2014; VanEngelsdorp, 2017; Wang, 2018; Matsuda, 2019). Так, у середньому в 75% зразків меду, зібраного в усіх частинах світу, виявляють залишки неонікотиноїдів у концентраціях, достатніх для негативного впливу на життєві процеси медоносних бджіл (Mitchell, 2017; Liu, 2020; Lu, 2020a; Tomé, 2020).

Порушення процесів детоксикації та енергетичного обміну. Як і більшість комах, медоносні бджоли використовують спектр ферментів для детоксикації шкідливих хімічних речовин, включно з пестицидами. Арсенал генів, що відповідають за синтез таких ферментів, у геномі більшості представників родини Apidae є збідненим, якщо порівнювати з комахами-шкідниками. Це робить медоносних бджіл більш сприйнятливими до дії ксенобіотиків. Наявність невеликого репертуару генів детоксикації можна пояснити компенсаторними механізмами, пов'язаними з високою соціальною поведінкою медоносних бджіл. Експресія генів детоксикації в межах сім'ї варіює: так, бджоли-годувальниці експресують менше генів детоксикації ніж бджоли-фуражири, що пов'язано з потенційно вищим ризиком впливу навколишнього середовища на останніх у ході збирання нектару, пилку та води (Chmiel, 2020; Lu, 2020a; Yang, 2020).

Менш дослідженим механізмом знешкодження ксенобіотиків є діяльність мікробіоти кишечника медоносних бджіл (Deboutte, 2020). Мікробіота може сприяти детоксикації шкідливих речовин шляхом їхнього безпосереднього

знешкодження та опосередковано – через модуляцію реакцій детоксикації хазяїна. Метагеном мікробіоти медоносної бджоли збагачений генами рослинного походження, що свідчить про їхню безпосередню роль у процесі детоксикації. Наприклад, симбіотичні бактерії *Lactobacillus kunkeei* Edwards et al. 1998 здатні знешкоджувати ксенобіотичні сполуки через синтез фенольних кислот, що зазвичай містяться в рослинному пилку, тоді як діяльність *Gilliamella apicola* Kwong and Moran 2013 сприяє детоксикації токсичних компонентів манози, що містяться в нектарі. Мікробіота також регулює системи детоксикації власне медоносних бджіл. Наприклад, *Snodgrassella alvi* Kwong and Moran 2013 може модулювати експресію цитохрому P₄₅₀, що є критично важливим ферментом для деградації пестицидів (Kwong, 2013; Chmiel, 2020; Wang, 2021).

Здатність медоносних бджіл переживати зиму реалізується через утворення щільного кластеру особин у середині вулика; а за рахунок постійного скорочення їхніх грудних літальних м'язів підтримується оптимальна температура в гнізді впродовж зими (Zeaiter, 2020). Такий процес є енергетично залежним видом діяльності, джерелом енергії для якого є депо меду, що його запасують бджоли з кінця весни до початку осені впродовж медозбірного сезону (Lu, 2012). Беручи до уваги вищезгаданий механізм терморегуляції бджіл, а також те, що синдром руйнування бджолиних сімей проявляється взимку, логічно передбачити, що саме мітохондріальна дисфункція може ініціювати виникнення CCD (Lu, 2012; Batista, 2020; Lu, 2020a; Lu, 2020b).

Відомо, що мітохондріальна ДНК (mtDNA) досить сильно потерпає від впливу ксенобіотиків, наприклад неонікотиноїдів. Активні форми кисню, що утворюються для знешкодження токсичних сполук, можуть пошкоджувати mtDNA. Це призводить до зменшення ефективності окисного фосфорилування та загальної дегенерації мітохондрій, а отже – до зниження рівня отримуваної таким чином енергій. Існує припущення, що неонікотиноїди, окрім впливу на робочих особин бджолиної сім'ї (див. нижче), діють також на організм матки. Оскільки мітохондрії успадковуються нащадками від материнського організму, то клітини особин із наступних поколінь робочих бджіл, що безпосередньо не піддавалися впливу неонікотиноїдів, можуть набувати подібних пошкоджень цих органел. Зимові покоління дорослих бджіл із сімей, оброблених ще влітку сублетальними дозами неонікотиноїдів, характеризуються неспроможністю задовольнити власні енергетичні потреби для підтримки оптимальної температури всередині вулика протягом зими. Крім того, фіксується скорочення терміну життя робочих особин нових поколінь, що потенційно може призводити до виникнення синдрому руйнування бджолиних сімей (Lu, 2012; Lu, 2020a).

Інші види пестицидів також можуть завдати шкоди здоров'ю бджіл і скомпрометувати розвиток бджолиних сімей. Так, у сільському господарстві фунгіциди застосовують для боротьби з різними грибковими захворюваннями, а їхній обіг становить приблизно 11% від загального використання пестицидів у всьому світі. Оскільки гриби філогенетично є доволі віддаленими від комах, то зазвичай не враховується потенційний ризик використання фунгіцидів для комах-запилювачів (Steinhauer, 2018; Nicodemo, 2020). Однак, механізм дій фунгіцидів найбільш поширеної групи стробілуринів, який полягає в ураженні мітохондрій грибів, здатен також перешкоджати діяльності мітохондрій медоносних бджіл, що є критичним моментом для енерговитратної льотної діяльності бджіл-фуражирів, переживання зими та призводить до виникнення симптомів синдрому руйнування бджолиних сімей (Batista, 2020; Nicodemo, 2020; Zeaiter, 2020).

Порушення моторної функції та поведінкових актів. Медоносні бджоли – це комахи, індивідуальне сприйняття навколишнього середовища яких безпосередньо впливає на виживаність цілої сім'ї. Вплив пестицидів, особливо неонікотинної групи, відіграє далеко не останню роль у когнітивних дефіцитах, що можуть бути викликані прямою дією цих хімічних речовин на нервову систему бджіл. Було показано, що пестициди впливають на зорове, нюхове й асоціативне навчання та пам'ять медоносних бджіл (Chmiel, 2020; Navard, 2020; Ihara, 2020; Zaluski, 2020).

Неонікотинноїди розглядаються як нейротоксичні сполуки, оскільки вони є агоністами нікотинних ацетилхолінових рецепторів (nAChRs) комах та, як наразі стверджується, деяких ссавців (Matsuda, 2019; Ihara, 2020). Вони можуть порушувати природній механізм передачі нервових імпульсів, змінюючи потенціал дії клітин нервової системи. Такий модифікований потенціал дії може зумовлювати виникнення порушень вищезгаданих когнітивних процесів (Chmiel, 2020).

Гострий вплив неонікотинноїдів спричиняє гіперактивацію нервової системи, що включає низку симптомів: збільшення часу й відстані польоту, порушення координації тіла. Така ситуація зумовлює переміщення фуражирів на більші дистанції під час збирання кормів, від чого вони врешті-решт виснажуються та втрачають здатність повертатися до вулика. На відміну від наслідків прямого отруєння бджіл, спричиненого гострою токсичністю препаратів, сублетальний хронічний вплив пестицидів супроводжується зниженням рівня активації нервової системи та характеризується зменшенням швидкості й тривалості польоту, порушенням навігаційних механізмів, змінами поведінкових актів, як короткостроковими, так і довгостроковими, що можуть

супроводжуватися загибеллю цілої сім'ї (Arthidoro de Castro, 2020; Chmiel, 2020; Lu, 2020a).

Крім того показано, що хронічна дія залишкових концентрацій інсектициду контактної дії – λ -цигалотрину (піретроїди – синтетичні аналоги піретринів, природніх інсектицидів антихолінестеразної групи) чинить негативний вплив на структурні елементи нервової системи медоносної бджоли. Світлова та трансмісивна електронна мікроскопія свідчить про незворотні зміни в будові головного мозку бджоли, що характеризуються виникненням прогалин в нейропілі та нейродегенерацією основних асоціативних зон протоцеребрума – грибоподібних тіл (рис. 7.3).

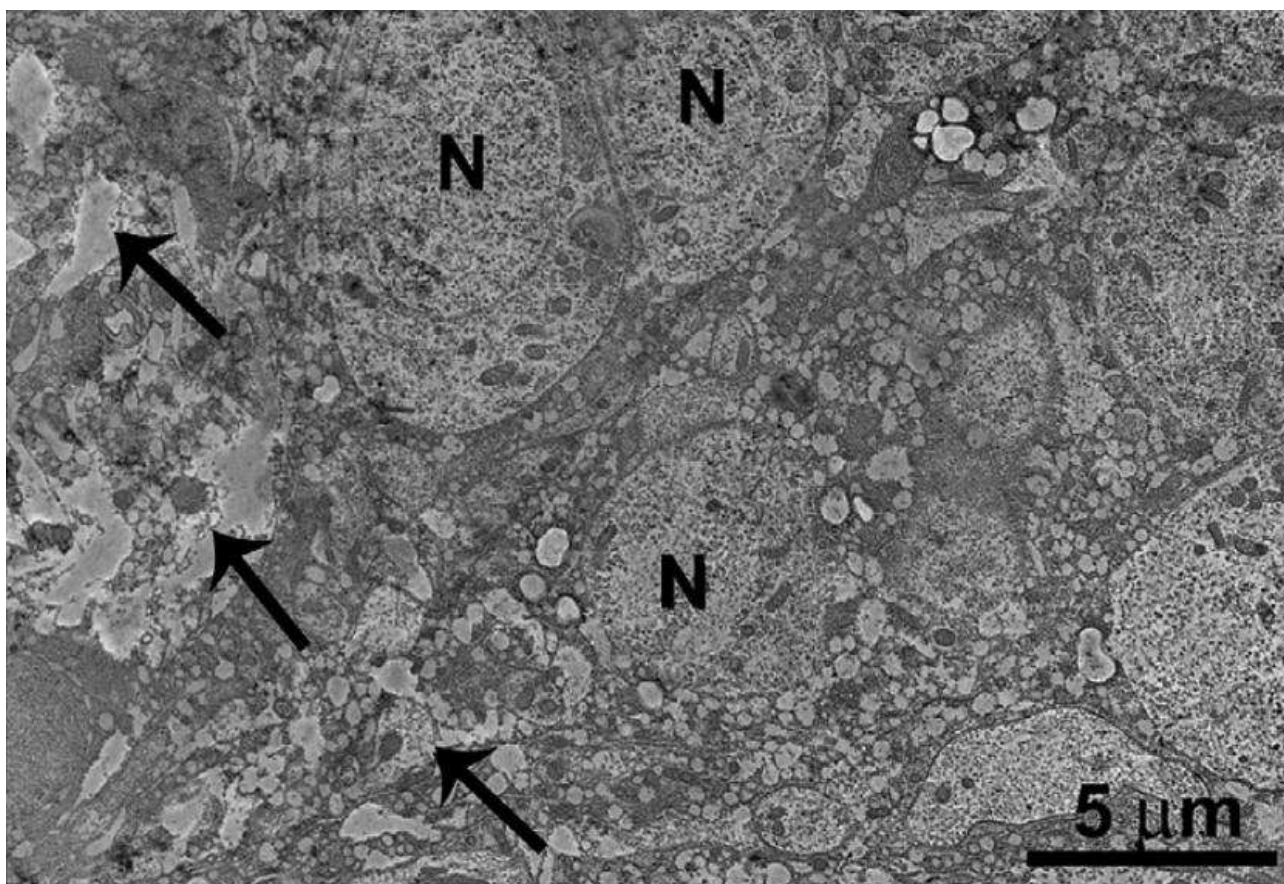


Рис. 7.3. Електронна мікроскопія грибоподібних тіл *Apis mellifera*: N – ядро; стрілки – пошкодження цитоплазми (модифіковано з Arthidoro de Castro, 2020)

Подібні ураження головного мозку бджіл також виникають у разі застосування сублетальних доз імідаклоприду, вплив якого модулює танцювальну поведінку бджіл-розвідниць (Catae, 2017; Arthidoro de Castro, 2020; Qi, 2020). Такі реакції організму бджіл мають еволюційне пристосування для захисту цілої сім'ї від видобутку токсичної їжі (Zhang, 2019, 2020).

Не лише інсектициди, а й інші класи пестицидів, як-от гербіциди, фунгіциди, акарициди (для контролю кліщів), здатні спричиняти погіршення когнітивних можливостей медоносної бджоли, необхідних, зокрема, для отримання та інтеграції просторової інформації для успішного повернення до вулика (явище хомінгу), а також індукують зміни метаболічного профілю в організмі, що вони загалом не спричиняють загибелі бджіл, але негативно впливають на термін життя окремих особин та загальну виживаність сім'ї (рис. 7.4) (Buchori, 2020; Carneiro, 2020; Chmiel, 2020; Faita, 2020; Gashout, 2020; Glavan, 2020; Havard, 2020; Lim, 2020; Lu, 2020a; Shi, 2020).

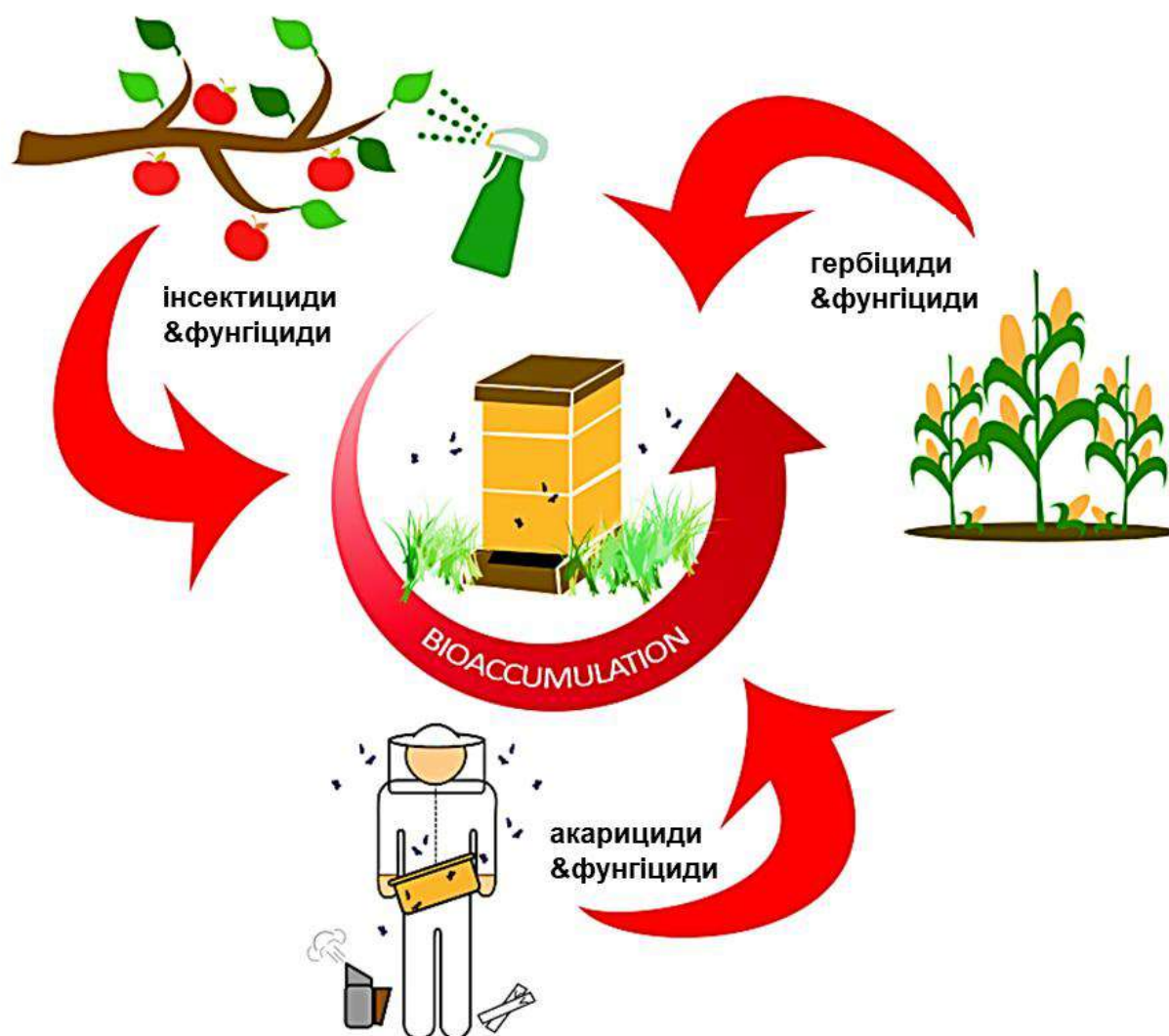


Рис. 7.4. Біоаккумуляція (bioaccumulation) пестицидів у межах бджолиної сім'ї (модифіковано з Chmiel, 2020)

Порушення процесів розмноження та розвитку. Неонікотиноїди чинять негативний вплив на медоносних бджіл, знижуючи їхню репродуктивну

здатність та порушуючи онтогенетичні процеси робочих особин, маток та трутнів (Friedli, 2020; Lu, 2020a; Vázquez, 2020).

Личинки медоносних бджіл, вирощені *in vitro* з тіаметоксамом, демонструють нетиповий онтогенез, що супроводжується пропуском деяких стадій життєвого циклу. Крім того, такі особини характеризуються зниженою масою тіла та затримкою процесів линяння. Так, медоносні бджоли, контаміновані акарицидами кумафосом та флувалінатом, мають знижений рівень метилфарнезоату, попередника ювенільного гормону, що регулює кастову диференціацію бджіл та відповідає за розподіл праці в межах сім'ї. Негативний вплив пестицидів на розплід також підтверджується польовими дослідженнями (Murcia Morales, 2019; Chmiel, 2020; Lim, 2020).

На молекулярному рівні початкові стадії життєвого циклу медоносної бджоли, які зазнали дії навіть пікомолярних концентрацій неонікотиноїдів, демонструють зміни в транскрипції мікроРНК, що відповідає за онтогенез. У такий спосіб вплив пестицидів порушує індивідуальний розвиток бджіл, сприяючи зменшенню чисельності повноцінних особин, а отже знижуючи силу сім'ї. Отримані результати лабораторних досліджень підтверджуються польовими даними, що також демонструють атиповий онтогенез бджіл у зв'язку з наявністю пестицидних сполук (Chmiel, 2020; Ihara, 2020; Qi, 2020). Більше того, пестициди здатні впливати на життєвий цикл маток. Дія сублетальних доз тіаметоксаму призводить до зниження маси тіла маток, водночас в їхніх сперматофорах міститься менша кількість активних сперматозоїдів. Крім того, основні акарициди та фунгіциди спричиняють зниження активності мандибулярних залоз, якісний та кількісний склад секретів яких є показником репродуктивного успіху маток. Пестициди можуть впливати на якість та кількість маточного молочка, яке виробляють бджоли-годувальниці для вирощування маток, тим самим опосередковано порушувати життєвий цикл останніх (Chmiel, 2020; Milone, 2020; Walsh, 2020).

Медоносним бджолам притаманне явище гаплодиплоїдії, або вибіркового партеногенезу, за якого з запліднених диплоїдних яйцеклітин розвиваються самки, а з незапліднених гаплоїдних – самці (Матушкіна, 2020). Так, було зафіксовано, що в процесі онтогенезу гаплоїдні трутні більшою мірою потерпають від впливу неонікотиноїдних сполук у порівнянні з диплоїдними самками. Окрім морфологічних порушень, сублетальні концентрації пестицидів здатні спричинити зменшення життєздатності сперми трутнів, що може перешкоджати заплідненню маток та розвитку диплоїдних робочих особин (Chmiel, 2020). Це свідчить про те, що гетерозиготність відіграє одну з ключових

ролей у буферизації негативного впливу ксенобіотиків, зокрема сублетальних ефектів пестицидів (Friedli, 2020).

Імуносупресія. Синергічні ефекти між різними видами пестицидів можуть посилювати їхню ефективну токсичність. Більше того, медоносні бджоли, що зазнали дії пестицидів, здебільшого характеризуються вищим рівнем патогенного навантаження (Faita, 2020; Hristov, 2020; Tesovnik, 2020; Wang, 2020a). Патогенні організми здатні змінювати нормальний профіль ферментів детоксикації, тим самим підвищуючи ймовірність втрати стійкості бджіл до пестицидів. Так, попередньо уражені мікроспоридією *Nosema ceranae* медоносні бджоли, виявляють більшу чутливість до подальшого впливу пестицидів. І навпаки, пестициди можуть спричинити імуносупресію медоносних бджіл, що робить останніх більш сприйнятливими до патогенів. Для кращого розуміння синергічної дії пестицидів та патогенів на організм медоносної бджоли важливо враховувати індивідуальний та соціальний імунітети цих комах (Chmiel, 2020; Faita, 2020; Hristov, 2020; Tesovnik, 2020).

Індивідуальний імунітет медоносної бджоли поділяється на гуморальний та клітинний. Гуморальна імунна реакція ініціюється розпізнаванням патоген-асоційованих молекулярних патернів (Pathogen-Associated Molecular Patterns, або PAMPs), які запускають передачу сигналів через один із чотирьох можливих імунних шляхів (Toll, IMD, JNK, JAK/STAT), що призводять до продукування організмом антимікробних пептидів (Antimicrobial Peptides, або AMPs) (рис. 7.5). Оброблені пестицидами бджоли виробляють меншу кількість таких пептидів, тим самим компрометуючи й без того ослаблену імунну систему. Також вплив неонікотиноїдів зменшує рівень експресії вітелогеніну – іншого білка, необхідного для нормального онтогенезу медоносних бджіл та адекватної імунної відповіді (Chmiel, 2020).

Подібно до гуморального, активація клітинного імунітету відбувається через розпізнавання PAMPs, але натомість відбувається запуск міграції гемоцитів, що призводить до інкапсуляції патогенного збудника з подальшою активацією фенолоксидазного комплексу (PO) з профенолоксидози (PPO). Активна форма фенолоксидози каталізує меланізацію тканин у місцях формування капсули з гемоцитів навколо патогена (González-Santoyo, 2012). Крім того утворюються активні форми кисню (АФК) та оксиди азоту, що також відіграють важливу роль у ході захисту організму від шкідливих організмів. Дія неонікотиноїдів негативно впливає на реакцію меланізації через зменшення активності фенолоксидазної системи, тим самим знижуючи її ефективність (Chmiel, 2020).

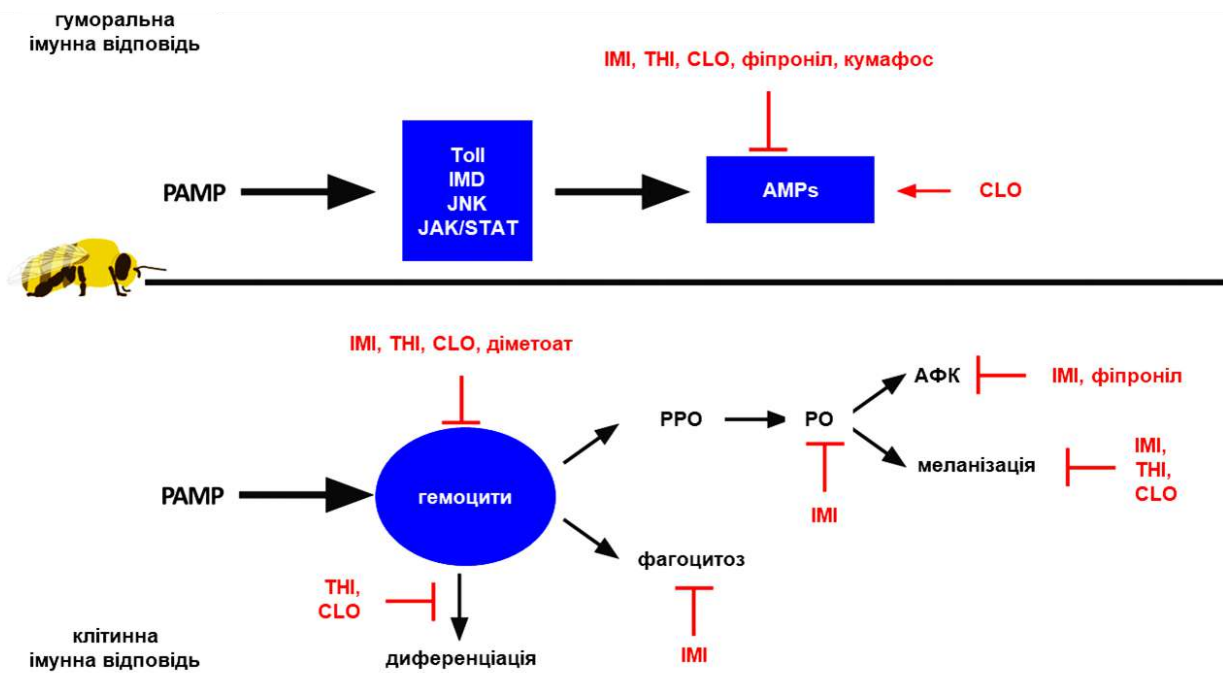


Рис. 7.5. Дія пестицидів на окремі ланки індивідуальної імунної відповіді медоносних бджіл (модифіковано з Chmiel, 2020)

Згадані вище гемоцити функціонують як фагоцитарні клітини в гемолімфі медоносної бджоли. Вплив неонікотиноїдів знижує фагоцитарну активність гемоцитів, а отже захисну функцію гемолімфи. Дослідження, проведені на *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830, свідчать про те, що нервова система може регулювати проліферацію гемоцитів, а нейромедіатори відіграють безпосередню роль у модуляції фагоцитозу. Отже, пестициди через нервову систему можуть впливати на діяльність гемоцитів (Chmiel, 2020; Zaluski, 2020).

Системні інфекції в організмі медоносних бджіл можуть посилюватися під дією пестицидів, що знижує проліферацію клітин кишкового епітелію, потенційно послаблюючи кишковий бар'єр (Chmiel, 2020). Наприклад, фунгіциди, що використовуються для контролю грибкових захворювань, здебільшого вважаються безпечними для комах та широко застосовуються у світі. Однак усе частіше виявляється контамінований цими сполуками пилок, який споживають бджоли, що може становити потенційну загрозу для їхнього здоров'я. Клітини епітелію середньої кишки оброблених фунгіцидом бджіл виявляють ознаки апоптозу: вакуолізація цитоплазми, верхівкові випинання клітин (протрузії), фрагментація ядер, дегенерація мітохондрій та конденсація хроматину. Пестициди також сприяють генерації надмірної кількості активних форм кисню, що у свою чергу можуть спричинити загибель клітин організму (Catae, 2017; Arthidoro de Castro, 2020; Batista, 2020; Carneiro, 2020; Chmiel, 2020; Lu, 2020a).

Соціальний імунітет може виникати через секреції окремих особин сім'ї пептидами, що покликані для ефективної стерилізації середовища вулика. Наприклад, дефензин 1 (Def 1) – це пептид, що забезпечує соціальний імунітет та є особливо ефективним проти грампозитивних бактерій. Дослідження показують, що експресія Def 1 може також модифікуватися у відповідь на вплив різних видів пестицидів (Chmiel, 2020; Tesovnik, 2020). Глюкозооксидаза (GOX) виділяється гіпофарингальними залозами бджіл та каталізує вироблення перекису водню (H_2O_2) для стерилізації вулика. Вплив пестицидів зумовлює дегенерацію клітин гіпофарингальних залоз, до того ж активність глюкозооксидази варіює в процесі експозиції бджіл із різними неонікотиноїдними сполуками (Catae, 2017; Матушкіна, 2020; Arthidoro de Castro, 2020; Chmiel, 2020).

Медоносні бджоли також практикують різні гігієнічні акти поведінки, що сприяють зменшенню рівня навантаження патогенів у колоніях, наприклад: грумінг, видалення загиблих бджіл із вулика тощо. Відомо, що робочі бджоли, оброблені імідаклопридом, демонструють суттєво менший ступінь гігієнічної поведінки. Тим не менше, схоже, що соціальна імунна реакція на вплив пестицидів є різноплановою і її варто додатково вивчати (Chmiel, 2020).

Найменш зрозумілим аспектом імунної відповіді в організмі медоносних бджіл є роль мікробіоти в процесі прямого та опосередкованого пригнічення збудника. Так, метаболіти мікробіоти спроможні протистояти патогенним мікроорганізмам через конкурентне інгібування завдяки виробленню органічних кислот та секреції антимікробних молекул.

Крім того мікробіота може опосередковано впливати на імунний статус медоносних бджіл, покращуючи стійкість останніх до патогенів та стимулюючи різні аспекти їхнього індивідуального імунітету. Зокрема, складові мікробіоти кишечника можуть активувати гуморальну імунну систему, виробляючи антимікробні пептиди, що є критично важливими для боротьби з патогенами (Borges, 2020; Chmiel, 2020). У свою чергу, клітинну імунну відповідь здатні стимулювати мікроорганізми виду *Frischella perrara* (Engel et al., 2013), індукуючи меланізацію тканин пілоричного відділу кишечника. Хоча деякі неонікотиноїдні пестициди, як-от імідаклоприд, ймовірно, не впливають на склад мікробіоти, усе більше досліджень свідчать про те, що дія багатьох інших препаратів може змінити кількісний та якісний склад мікробіоти кишечника бджіл (VanEngelsdorp, 2017; Chmiel, 2020). Так, тіаклоприд здатен модулювати чисельність 20% симбіотичної біоти кишечника медоносної бджоли, тим самим викликаючи дисбіоз, що негативно позначається на функціонуванні всього організму. Варто зазначити, що за наявності збалансованого раціону склад

мікробіоти робочих бджіл середнього віку може відновитися майже до вихідного стану впродовж менш ніж двох тижнів за рахунок тісної взаємодії між окремими особинами в межах сім'ї (Liu, 2020).

Незважаючи на існування низки негативних наслідків впливу пестицидів на статус імунної відповіді, його механізми залишаються недостатньо дослідженими та потребують більш детального вивчення (Chmiel, 2020).

7.2. Матеріали та методи для проведення дослідження

Для дослідження патологічних змін анатомічних структур медоносної бджоли *Apis mellifera* L. використовували фіксований у 70% етиловому спирті матеріал, відібраний впродовж 2018 року з бджолиних сімей у межах трьох приватних пасік Центральної України: 50 бджіл у липні 2018 року з пасіки, розташованої на території Канівського природного заповідника (м. Канів, Черкаська обл.; ш. 49.7230105, д. 31.5344632), 50 бджіл у вересні 2018 року з пасіки в с. Лящівка (Золотоніський р-н, Черкаська обл.; ш. 49.5449155, д. 32.6760134) та 60 бджіл у вересні 2018 року з пасіки в смт. Оржиця (Лубенський р-н, Полтавська обл.; ш. 49.7837054, д. 32.6908926).

Бджіл-фуражирів, що доставляють пилок, нектар та воду в гніздо, регулярно здійснюючи вильоти, у межах пасік обирали випадковим чином із числа тих особин, що знаходилися на льотках вуликів, за допомогою ємності із широким отвором (пластикової пляшки об'ємом 0,7 л). Відібраних живих бджіл поміщали в морозильну камеру та витримували протягом 10–15 хвилин за температури -18°C . Знерухомлених у такий спосіб особин фіксували в 70% етиловому спирті, відповідним чином маркували та зберігали за кімнатної температури упродовж кількох тижнів для подальшого розтину (VanEngelsdorp, 2017; Пилипко, 2019; Черник, 2020).

7.2.1. Розтин медоносної бджоли. Перед розтином бджолу переносили в чашку Петрі, наповнену водою так, щоб вона повністю покривала тіло комахи. Під час роботи з об'єктом використовували два пінцети Dumont із прямими загостреними кінцями, маленькі гострокінцеві ножиці Surgiwelomed та препарувальні голки, що ними слугували одноразові інсулінові шприци об'ємом 2 мл. Чашку Петрі з досліджуваним матеріалом у воді розміщували під бінокулярним МБС-10 з підсвіткою (галогенова лампа 8 В/20 В) та окуляром-мікрометром. Розтин здійснювали за збільшення в 8, 16 та 32 рази, залежно від розмірів досліджуваної структури.

Для дослідження анатомії внутрішніх органів бджоли черевце (метасому) від'єднували від грудних сегментів (мезосоми) та робили два латеральні надрізи з обох боків черевця за допомогою пінцетів і ножиць. Після цього по черговому видаляли стерніти й тергіти, обережно здійснюючи всі маніпуляції, щоб запобігти пошкодженню внутрішніх структур бджоли (Лаврехин, 1983). Органи, що залишалися після видалення екзоскелету, за допомогою препарувальних голочок розташовували так, щоб можна було досліджувати окремі елементи шлунково-кишкового тракту, жала з залозами та мальпігієвих судин (рис. 7.6). Для більш зручного маніпулювання з органами бджоли за допомогою пінцетів видаляли жирове тіло та обережно підрізали ножицями трахеї.

Виявлення станів патанатомічних ознак проводили через послідовний скринінг внутрішніх структур із фотофіксацією на камеру смартфонів Meizu U10 (13 Мп) та iPhone XR (12 Мп) та обліком фотографій в щоденнику спостережень.

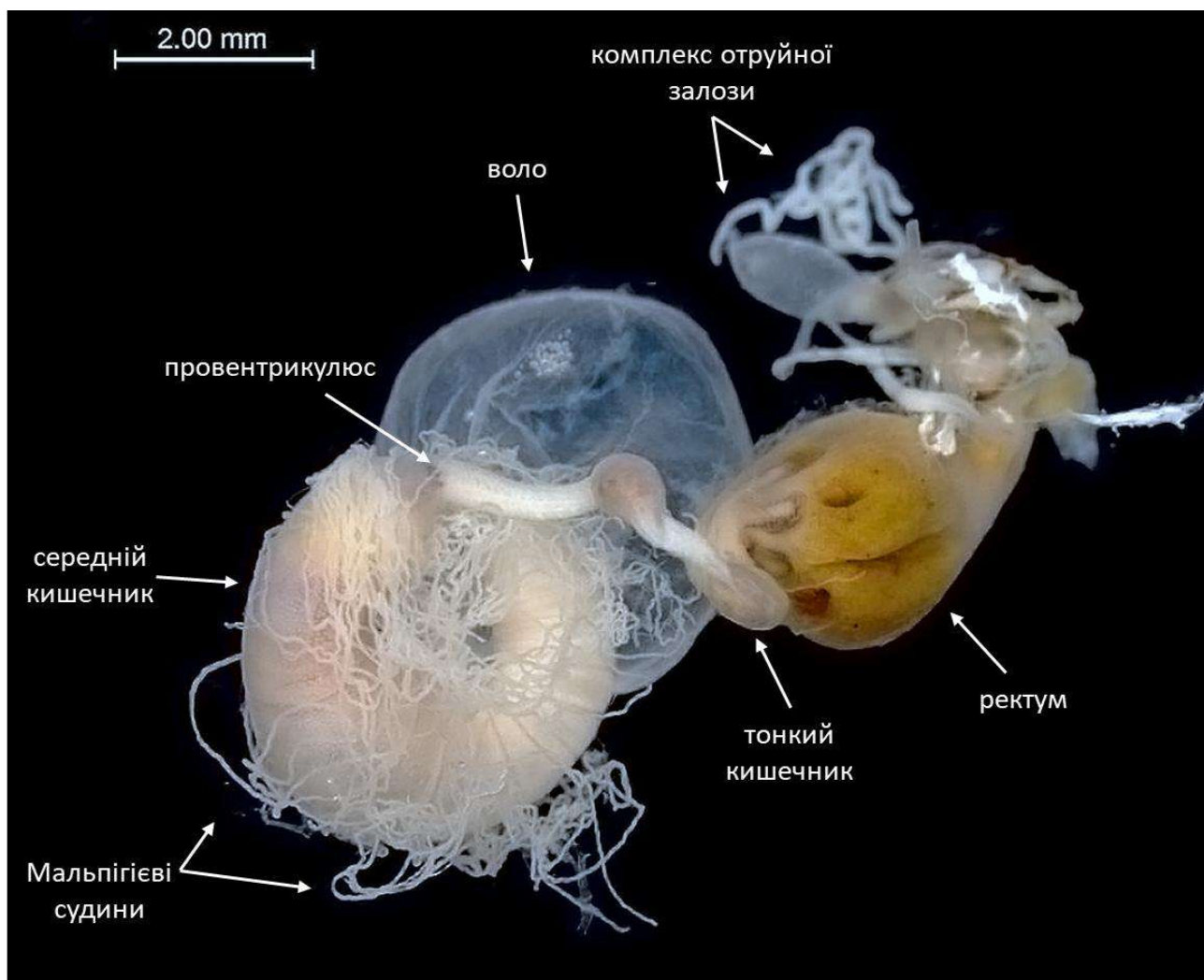


Рис. 7.6. Внутрішня будова черевця бджоли (адаптовано з Andree, 2013)

7.2.2. Кодування станів патанатомічних ознак. Кодування станів досліджуваних патанатомічних ознак здійснювали за стандартизованою схемою, описаною в літературі (vanEngelsdorp 2017), де стан (0) означав відсутність прояву ознаки, а стан (1) – її наявність. Для деяких ознак (колір структури або її розмір) використовували складнішу градацію: стан (0) – для найнижчого рівня прояву ознаки, стан (1) – для середнього ступеня її прояву, стан (2) – для ознаки, прояв якої перевищував середні показники (табл. 7.1).

Таблиця 7.1. Патанатомічні ознаки медоносної бджоли та схема кодування їхніх станів (модифіковано з VanEngelsdorp, 2017)

№	Назва ознаки	Стан ознаки (код стану ознаки)
1	2	3
1	Меланізація сполучної тканини черевця	Повністю відсутня (0)
		Наявні меланізовані ділянки тканин (1)
2	Білі вузлики	Відсутні (0)
		Наявні (1)
3	Розмір середньої кишки	< 1,0 мм (0)
		1,0–1,5 мм (1)
		> 1,5 мм (2)
4	Колір середньої кишки	Білий, кремовий (0)
		Світло-коричневий (1)
		Темно-коричневий (2)
5	Меланізована смуга в зоні пілоричного клапана	Відсутня (0)
		Наявна (1)
6	Колір мальпігієвих судин	2/3 тканин кремового відтінку (0)
		2/3 тканин світло-коричневого відтінку (1)
		2/3 тканин темно-коричневого відтінку (2)
7	Кількість мальпігієвих судин	$\geq \sim 50$ каналців (0)
		$< \sim 50$ каналців (1)
8	Райдужні ущільнення мальпігієвих судин	Канальці мають однаковий діаметр по всій довжині, без ущільнень (0)
		Наявні ущільнення в просвіті каналців (1)
9	Колір ректума	Молочно білий або кремовий (0)
		Оранжевий або світло-коричневий (1)
		Темно-коричневий (2)
10	Наповненість ректума	Ступінь заповнення – $< 0,33\%$ об'єму (0)
		Ступінь заповнення – $0,33\text{--}0,66\%$ об'єму (1)
		Ступінь заповнення – $> 0,33\%$ об'єму (2)
11	Консистенція вмісту ректума	Рідкий, однорідний (0)
		Ущільнений, розпадається на грудки (1)
		Щільний, суцільною грудкою (2)
12	Ректальні ентероліти	Відсутні (0)

Продовження таблиці 7.1

1	2	3
		Наявні в порожнині ректума (1)
13	Прозорість стінок резервуара отруйної залози	Прозорі (0) Наявні непрозорі ділянки тканин (1)
14	Включення в порожнині резервуара отруйної залози	Відсутні будь-які включення (0) Неоднорідний вміст, наявність утворень (1)
15	Форма протоки отруйної залози	Порівняно невеликий поперечний діаметр протоки, стінки без розшарувань (0) Поперечний діаметр протоки середнього розміру, часткове розшарування стінок (1) Великий поперечний діаметр протоки, по всій його довжині помітне розшарування стінок (2)
16	Меланізація протоки отруйної залози	Відсутні (0) Наявні меланізовані ділянки тканин протоки(1)
17	Колір протоки отруйної залози	Прозорий або кремовий (0) Світло-коричневий (1) Темно-коричневий (2)

Докладніший опис станів патанатомічних ознак наведено далі та проілюстровано авторськими фотографіями. Для статистичного аналізу отриманих результатів та їхнього порівняння з описаними в літературі використовували відсоткові частки прояву різних станів конкретних ознак у межах однієї вибірки.

7.2.3. Статистичний аналіз та візуалізація даних з використанням мови програмування R. В процесі виконання роботи було використано мову програмування R – потужний інструмент для статистичних обчислень та візуалізації даних з розширеним функціоналом, що підтримується більшістю операційних систем. Для статистичного аналізу даних завантажували пакет «multcomp», а для їхньої візуалізації – пакет «ggplot2».

Початковий етап аналізу даних включав завантаження в середовище R отриманих даних із трьох піддослідних пасік у с. Лящівка, м. Канів та смт. Оржиця (Додаток А 1). Після цього, для зручнішого оперування з патанатомічними ознаками, було створено унікальні змінні для кожної із 17 окремих ознак по вибірках (Додаток А 2). Для кожної окремої змінної було здійснено розрахунок кількісного та відсоткового розподілів станів ознак поміж досліджуваних бджіл, після чого значення були зведені в таблиці та перевірялися (Додаток А 3 та Додаток А 4). Для візуалізації отриманих даних за вибірками та їхнє порівняння між собою й обома контрольними вибірками було

побудовано графіки для кожної із 17 патанатомічних ознак (Додаток А 5). Для статистичної обробки даних, їхнього порівняння між собою та з контролем використовували критерій Тьюкі (Tukey HSD, Tukey's Honestly Significant Difference Test) (VanEngelsdorp, 2017). Спочатку створювали нові змінні для кожної окремої ознаки по вибірках, включаючи обидва контролі (Додаток А 6). Потім, для кожної з ознак проводили статистичний аналіз, використовуючи Tukey HSD (Додаток А 7).

7.3. Результати дослідження патанатомії медоносної бджоли

Окрім основних симптомів синдрому руйнування бджолиних сімей, що проявляються на рівні бджолиної сім'ї тоді, коли стримати масове вимирання вже неможливо, існують ознаки захворювання, що дають змогу вчасно діагностувати CCD та попередити його руйнівні наслідки. Такими симптомами, зокрема, можуть слугувати анатомо-фізіологічні характеристики окремих робочих особин медоносної бджоли (див. табл. 7.1) (VanEngelsdorp, 2017; Arthidoro de Castro, 2020; Hristov, 2020; Lu, 2020a; Qi, 2020).

Під час дослідження ми орієнтувались на відомі з літератури анатомічні ознаки бджоли, конкретні стани яких можуть слугувати ознаками синдрому руйнування сімей, поміж них: наявність меланізації сполучної тканини (ознака 1), наявність білих вузликів (ознака 2), зміна нормального розміру (ознака 3) та кольору (ознака 4) середньої кишки, наявність меланізованої смуги в зоні пілоричного клапана (ознака 5), зміна кольору тканин та зменшення кількості мальпігієвих судин (ознаки 6 і 7 відповідно), наявність райдужних ущільнень мальпігієвих судин (ознака 8), зміна кольору, наповненості та консистенції вмісту ректума (ознаки 9, 10 і 11 відповідно), наявність ректальних ентеролітів (ознака 12), прозорі стінки та відсутність включень в порожнині резервуара отруйної залози (ознаки 13 і 14 відповідно), зміна форми (ознака 15), кольору (ознака 17) та меланізація тканин (ознака 16) бича отруйної залози. У межах трьох досліджуваних пасік для кожної з вищезгаданих ознак було визначено відсотковий розподіл їхніх станів. Водночас також враховувалися отримані з літературних джерел дані щодо розподілу аналогічних показників для контрольних вибірок. Зокрема, перша контрольна вибірка мала статус CCD-позитивної (CCD+), з відсотковим розподілом патанатомічних ознак, характерним для пасік із маніфестацією симптоматичного профілю CCD, друга – мала CCD-негативний статус (CCD-) та відповідала ознакам умовно здорових бджолиних сімей (Додаток Б) (VanEngelsdorp, 2017).

Дослідження можливих діагностичних маркерів CCD бджіл відбувалося в кілька етапів. Спершу після розтину внутрішній уміст черевця комах перевірявся на наявність меланізованих тканин (рис. 3.1) (VanEngelsdorp, 2017; Черник, 2020).

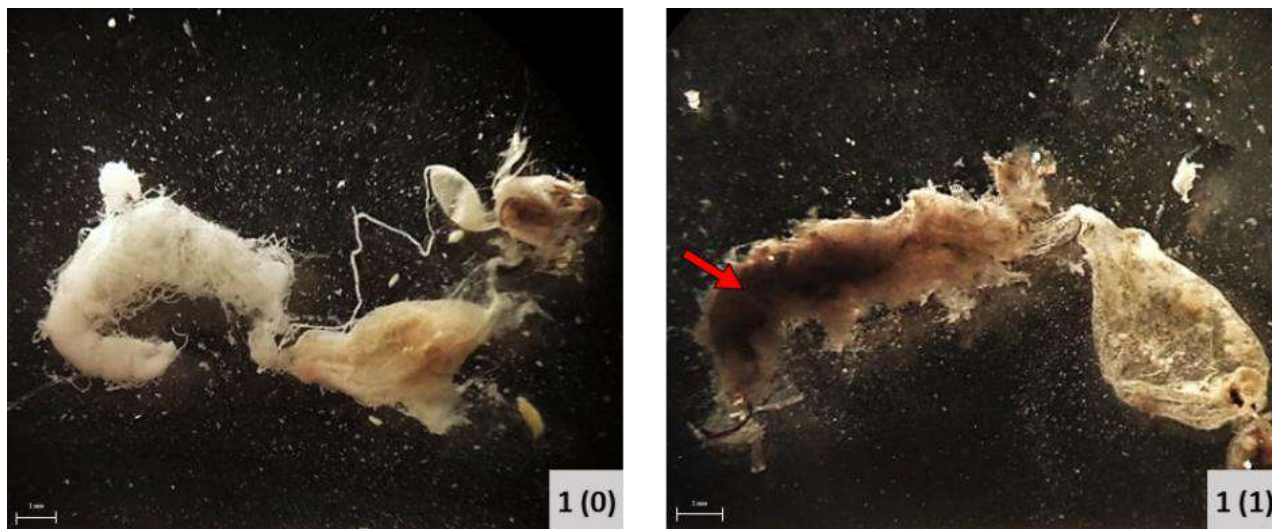


Рис. 7.7. Ознака 1 «Меланізація сполучної тканини черевця»: стан (0) та стан (1). Стрілка вказує на меланізовані тканини (об. x 1, ок. x 8)

Поміж досліджених бджіл стан наявності меланізації тканин черевця мав однаково низький ступінь поширення на всіх трьох пасіках, а його значення варіювали в межах від 4,0 до 6,0%. Водночас, для контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами аналогічні показники статистично різнилися між собою ($p = 0,015$) та становили 42,5 і 30,0% відповідно (рис. 7.9, а).

Далі внутрішні структури черевця бджоли обстежувалися задля виявлення білих вузликів, розташованих у порожнині органів або на їхній поверхні (рис. 7.8). Наявність цієї патанатомічної ознаки було зафіксовано в 26,7% бджіл з Оржиці, 36,0% – з Лящівки та 42,0% – з Канева, що значно перевищувало аналогічні показники для CCD-позитивних та CCD-негативних контрольних вибірок – 4,3 та 8,3% відповідно (рис. 7.9, б).

Реакція меланізації, що є свідченням імунної відповіді організму (López-Uribe, 2020), реалізується через активацію фенолоксидазної системи та нерозривно пов'язана з процесом інкапсуляції сторонніх об'єктів гемоцитами у формі збагачених на амінокислоту тирозин білих вузликів (Lourenço, 2005; González-Santoyo, 2012; VanEngelsdorp, 2017; Chmiel, 2020). Тотальне або часткове потемніння сполучної тканини різної локалізації виникає через синтез клітинами гемолімфи великої кількості меланіну та його депонування навколо ксенобіотичних сполук (Qi, 2020; Zaluski, 2020), багатоклітинних паразитів,

бактерій, грибів, вірусних агентів та в зонах дегенерації власних клітин організму для їхнього знешкодження шляхом ізолювання (González-Santoyo, 2012; López-Uribe, 2020).

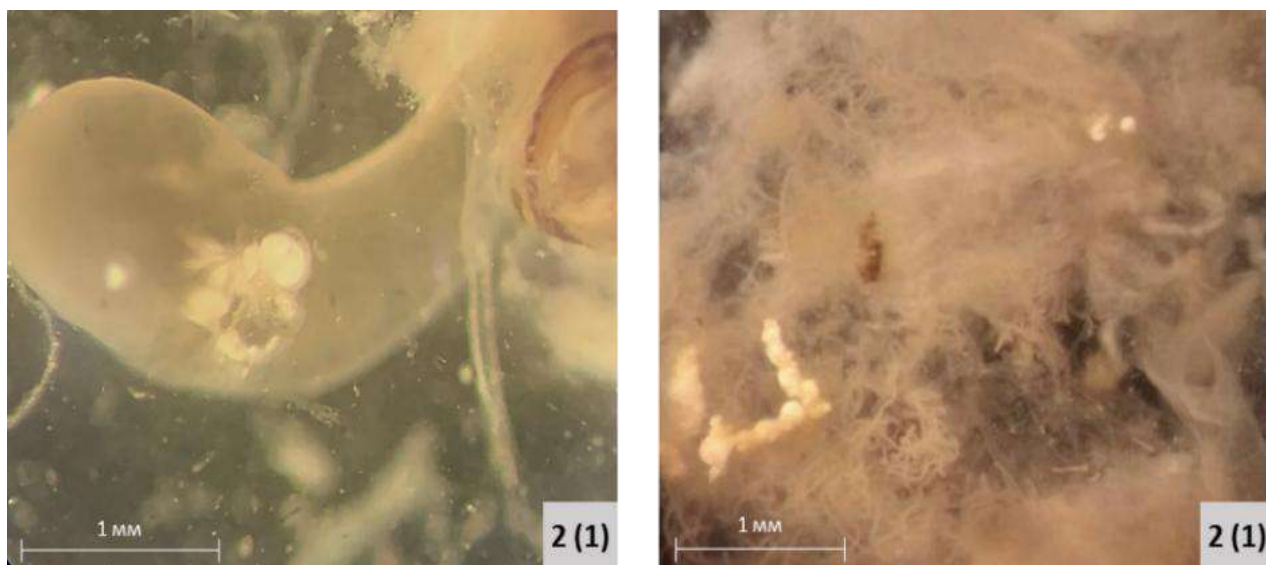


Рис. 7.8. Ознака 2 «Білі вузлики»: стан (1) (об. х 4, ок. х 8)

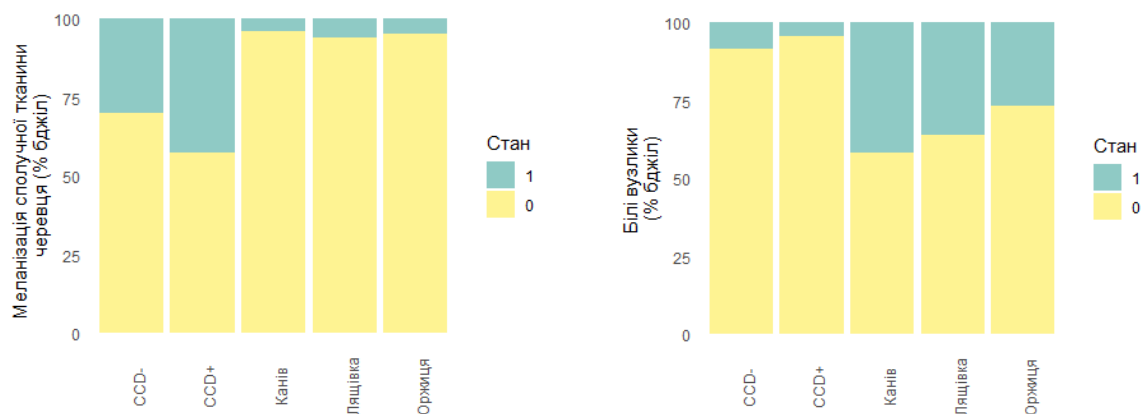


Рис. 7.9. Розподіл станів для патанатомічних ознак у межах трьох досліджуваних пасіках та контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами: а) ознака 1 «Меланізація сполучної тканини черевця», б) ознака 2 «Білі вузлики» (рівень значущості – $\alpha = 0,05$, Tukey HSD)

Утворена меланізована капсула перешкоджає росту й розмноженню збудника та, зрештою, призводить до його загибелі, насамперед від голоду (González-Santoyo, 2012). Для деяких патогенів, як-от вірус деформованого крила (DWV) (López-Uribe, 2020) чи *Varroa destructor* (Koleoglu, 2018), було доведено здатність інгібувати реакції меланізації та інкапсуляції. Так, кліщ *Varroa*, харчуючись жировим тілом бджоли (Ramsey, 2019), сприяє зменшенню кількості

гемоцитів у гемолімфі та інгібує експресію генів попередника фенолоксидази (Koleoglu, 2018; López-Uribe, 2020). Натомість, у робочих бджіл рівень активності фенолоксидази підвищується з віком та досягає плато упродовж перших тижнів розвитку імаго, тому меланізовані тканини здебільшого притаманні старшим поколінням робочих бджіл (Schmid, 2008).

Навпаки, було також показано, що в порівнянні з бджолами годувальницями у фуражирів різко зменшується кількість циркулюючих гемоцитів, зменшується об'єм гемолімфи й майже повністю втрачається здатність утворювати білі вузлики (Schmid, 2008; VanEngelsdorp, 2017). Оскільки саме фуражири в здебільшого піддаються негативному впливу навколишнього середовища, часткова втрата імунної компетентності суттєво не впливає на ймовірний ризик смертності особин та з еволюційного погляду може розглядатися, як раціональний спосіб перерозподілу енергетичних витрат на рівні бджолиної сім'ї. Тому втрата гемоцитів може бути невід'ємною частиною загального механізму розподілу праці у вулику, що регулюється вітелогеніном та ювенільними гормонами (Amdam, 2004; Amdam, 2005; Schmid, 2008; López-Uribe, 2020). З огляду, що в уражених CCD бджолиних сім'ях залишаються лише нельотна бджола молодого віку, низький рівень меланізації та висока частота поширення білих вузликів поміж досліджених бджіл можуть бути реакцією на захворювання (VanEngelsdorp, 2017).

Травна система бджоли оглядалася задля виявлення ймовірних патанатомічних ознак, зокрема пов'язаних із лінійними розмірами та кольором середнього відділу кишечника (Snodgrass, 1910; VanEngelsdorp, 2017). Середня кишка – це довга, відносно товста й вигнута дугою циліндрична трубка, де відбувається всмоктування основної частини нутрієнтів поглинутої їжі (Catae, 2017).

Розмір середньої кишки залежить від багатьох чинників та може бути малого (< 1,0 мм), середнього (1,0–1,5 мм) та великого (понад 1,5 мм) діаметрів (рис. 7.10) (VanEngelsdorp, 2017). Більшість досліджених бджіл мали великий діаметр середньої кишки – 54,0% у Лящівці, 86,0% у Каневі та 93,3% у Оржиці. Для порівняння, у контрольних вибірках частіше зустрічалися бджоли із середнім діаметром кишки – 47,1% для CCD+ та 53,0% для CCD– (рис. 7.12, а). Середня кишка може бути білого кольору (стан 0), або мати світло- (стан 1) чи темно-коричневий (стан 2) відтінки (рис. 7.11) (VanEngelsdorp, 2017).

В усіх бджіл із Лящівки, 66,0% бджіл з Канева та 75,0% бджіл з Оржиці було зареєстровано білий колір середньої кишки. У контрольних вибірках переважали бджоли із середньою кишкою світло-коричневого кольору (рис. 7.12, б).



Рис. 7.10. Ознака 3 «Розмір середньої кишки»: стан (0), стан (1) та стан (2) (об. x 1, ок. x 8)



Рис. 7.11. Ознака 4 «Колір середньої кишки»: стан (0), стан (1) та стан (2) (об. x 1, ок. x 8)

Відносний розмір та колір середньої кишки може свідчити про кількість та якість їжі (Brochu, 2020), спожитої бджолою нещодавно, та про ступінь зараження бджоли мікроспоридією роду *Nosema*. *In vivo* середня кишка медоносної бджоли є напівпрозорою та має світло-коричневий колір (VanEngelsdorp, 2017), однак під час зберігання матеріалу в спирті вона набуває білуватого або кремового відтінків та частково втрачає прозорість (Snodgrass, 1910). За деякими джерелами, високий рівень інвазії *Nosema* spp. може викликати побіління тканин кишечника (VanEngelsdorp, 2017) та зумовити масову дегенерацію клітин кишкового епітелію (Higes, 2020). Більше того, порушення захисного епітеліального бар'єру кишечника сприяє ампліфікації в клітинах організму вірусних агентів, зокрема DWV та CBPV (Tesovnik, 2020), а також створює сприятливі умови для проникнення та подальшої циркуляції в гемолімфі бджоли пестицидів (Catae, 2017; Arthidoro de Castro, 2020; Batista, 2020; Carneiro, 2020). Синергічна дія цих чинників негативно позначається на стані мікробіому кишечника та імунному статусі бджолиного організму, тим самим збільшуючи ймовірність його загибелі (Al-Ghamdi, 2020; Cilia, 2020; Daisley, 2020; Zhu, 2020).

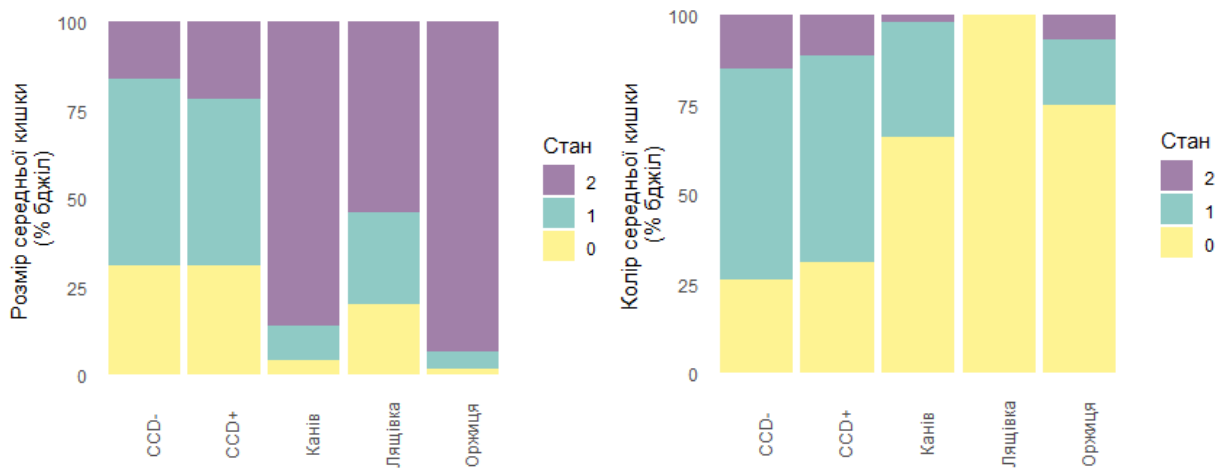


Рис. 7.12. Розподіл станів патанатомічних ознак у межах трьох досліджуваних пасік та контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами: а) ознака 3 «Розмір середньої кишки», б) ознака 4 «Колір середньої кишки» ($\alpha = 0,05$, Tukey HSD)

Високий відсоток поширення білого кольору середньої кишки поміж досліджених бджіл, з одного боку, можна пояснити тривалим зберіганням матеріалу в спирті (VanEngelsdorp, 2017), а великий її діаметр – сприятливими для наповнення кишечника кліматичними умовами та багатою кормовою базою на піддослідних пасіках у момент відбору проб. З іншого боку, на тлі глобального поширення ноземозу (Matović, 2020; Ostroverkhova, 2020), не варто виключати ймовірність зараження бджіл *Nosema* spp.: з'ясування цього питання вимагає проведення подальших досліджень.

Наявність меланізованої смуги шириною 100–400 мкм у зоні провентрикулюсу, що частково або повністю оточує пілоричний клапан (рис. 7.13), уперше було описано в 1946 р. (VanEngelsdorp, 2017).

Утворення такої смуги може бути наслідком реакції меланізації, що локалізована в зоні колонізації кишечника бджоли симбіотичними бактеріями *Frischella perrara* (Emery, 2017; Donkersley, 2020).

В процесі дослідження, значення частки поширення стану наявності меланізованої смуги варіювали від 55,0 до 62,0% та статистично не відрізнялися між трьома пасіками. Для контрольних вибірок ці значення були значно нижчими та в обох випадках становили біля 10% (рис. 7.14).

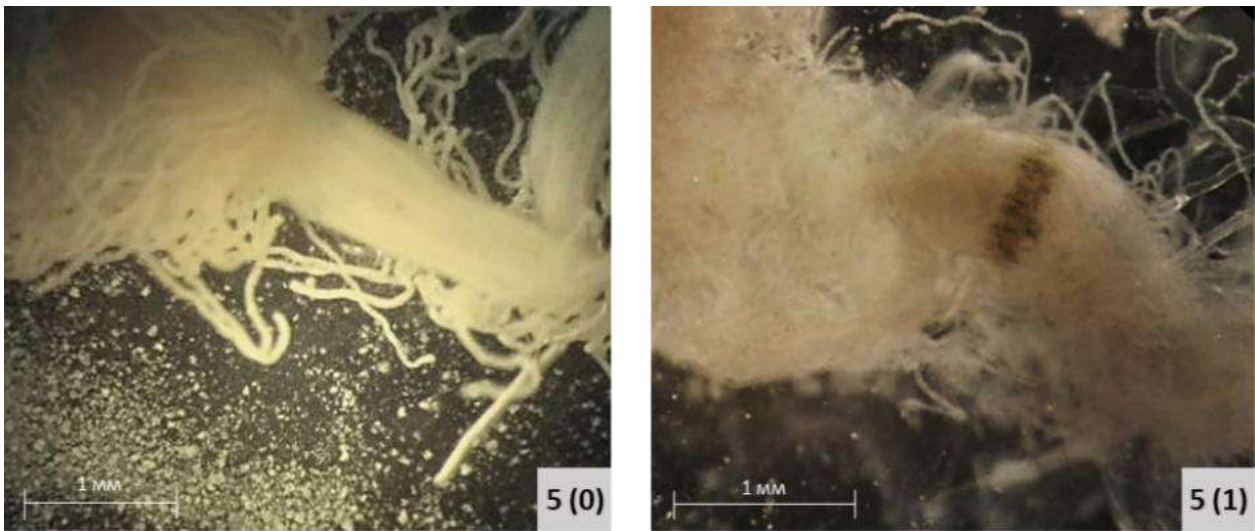


Рис. 7.13. Ознака 5 «Меланізована смуга в зоні пілоричного клапана»: стан (0) та стан (1) (об. х 4, ок. х 8)

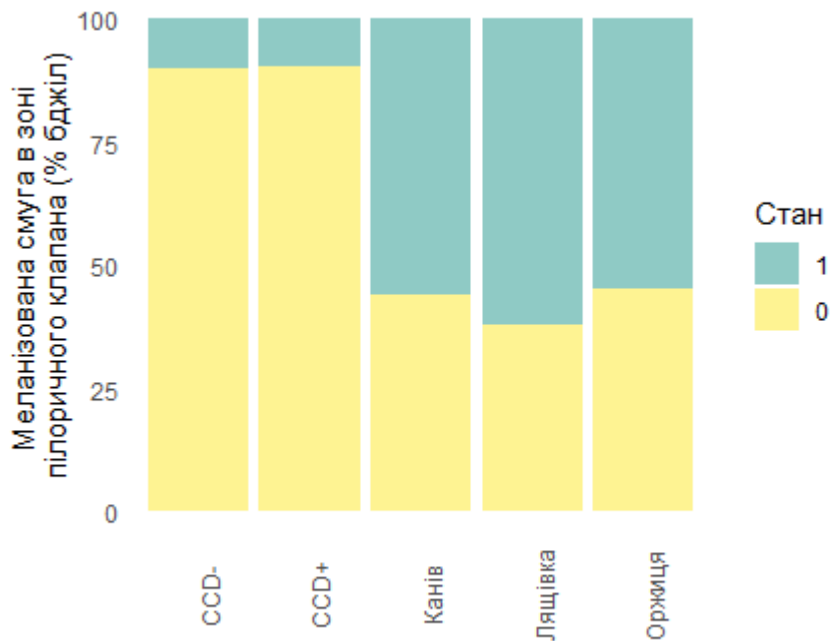


Рис. 7.14. Розподіл станів патанатомічної ознаки 5 «Меланізована смуга в зоні пілоричного клапана» у межах трьох досліджуваних пасік та контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами ($\alpha = 0,05$, Tukey HSD)

Бактерії *Frischella perrara* здатні обумовлювати активацію імунної системи хазяїна (Zhu, 2020), що супроводжується потемнінням внутрішніх кутикулярних тканин кишечника навколо пілоричного клапана, неподалік від місця впадіння мальпігієвих судин у кишечник (Emery, 2017; VanEngelsdorp, 2017). Цей фенотип зазвичай розвивається в 40–90% бджіл через 5–7 днів після виходу імаго (Dong, 2020). Причини утворення та походження меланізованої

смути залишаються до кінця не з'ясованими. Існують припущення, що локальна реакція меланізації може бути відповіддю імунної системи бджоли на колонізацію симбіонта, а також свідчити про розлади травлення та порушення процесів розвитку хазяїна (Emery, 2017; Chmiel, 2020).

Всмоктуючись у середній кишці, поживні речовини та ксенобіотики потрапляють в гемолімфу (Batista, 2020), яка згодом знезаражується за участі мальпігієвих судин – основного органа осморегуляції та детоксикації в організмікомах (Матушкіна, 2020). Колір, кількість та форма мальпігієвих судин можуть свідчити про стан здоров'я бджоли та варіювати в разі наявності патологічних процесів (VanEngelsdorp, 2017).

Колір мальпігієвих судин (ознака 6) може набувати кремового (стан 0), світло- (стан 1) та темно-коричневих (стан 2) відтінків, а кількість (ознака 7) – не досягати 50 (стан 0) або перевищувати це значення (стан 1) (рис. 7.15 і 7.16).

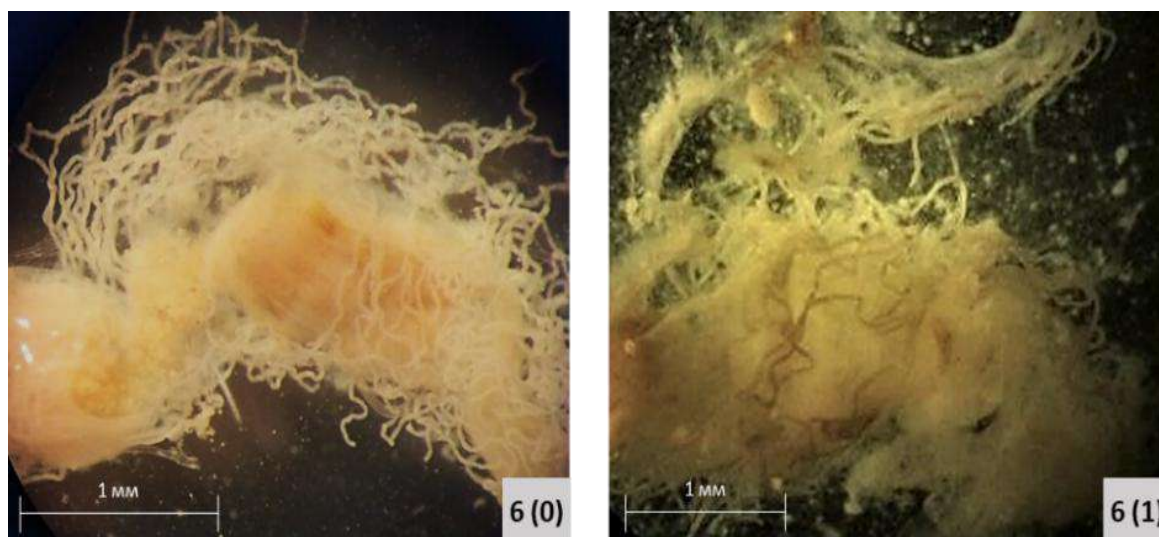


Рис. 7.15. Ознака 6 «Колір мальпігієвих судин»: стан (0) та стан (1) (об. х 4, ок. х 8)

Більшість бджіл із досліджених нами пасік (98,0% бджіл із Лящівки, 62,0% бджіл із Канева та 78,3% бджіл з Оржиці) мали мальпігієві судини кремового відтінку. Водночас, в обох контрольних вибірках понад 70% бджіл мали світло-коричневі судини, а близько 20% бджіл – темно-коричневі (рис. 7.18, а). Менше 50 мальпігієвих судин мали 58,0% бджіл із Канева, навпаки, на двох інших пасіках близько 60% бджіл мали нормальну кількість видільних каналців. У позитивному контролі показник відсоткової частки бджіл із редукованою кількістю мальпігієвих судин (стан 1 ознаки 7) становив 44,6% та достовірно майже не відрізнявся ($p = 0,0670$) від аналогічного показника в негативному контролі (32,8%) (рис. 7.18, б).

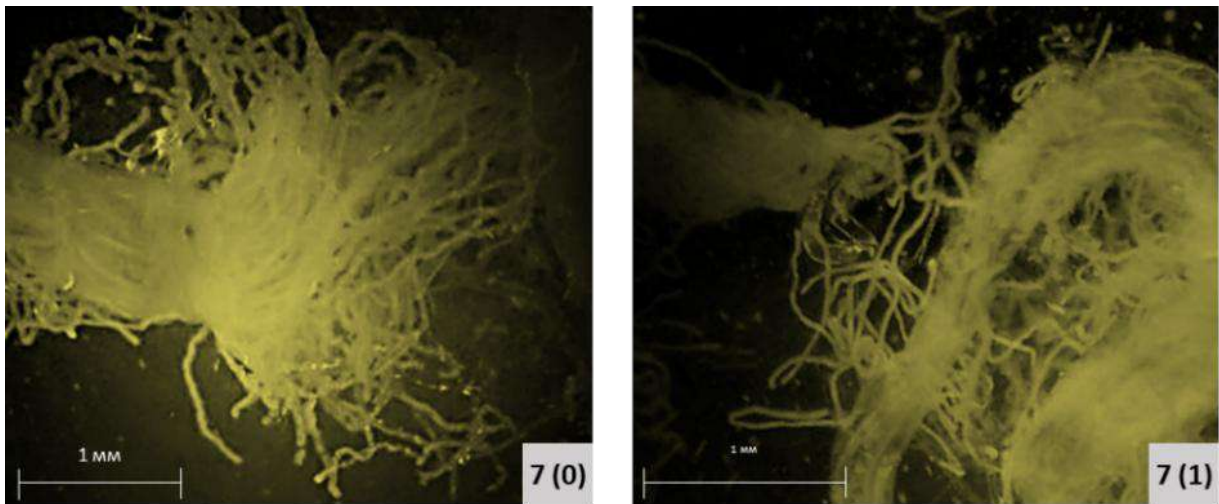


Рис. 7.16. Ознака 7 «Кількість мальпігієвих судин»: стан (0) та стан (1) (об. х 4, ок. х 8)

Мальпігієві судини медоносної бджоли в нормі мають однаковий поперечний діаметр за всією своєю довжиною (Snodgrass, 1910). Наявність щільних райдужних утворень (рис. 7.17), що знаходяться в епітелії або просвіті судини, може бути свідченням імунної відповіді організму бджоли на бактеріальні інфекції через інкапсуляція або результатом детоксикації ксенобіотиків, зокрема інсектицидів (VanEngelsdorp, 2017; Grella, 2019).

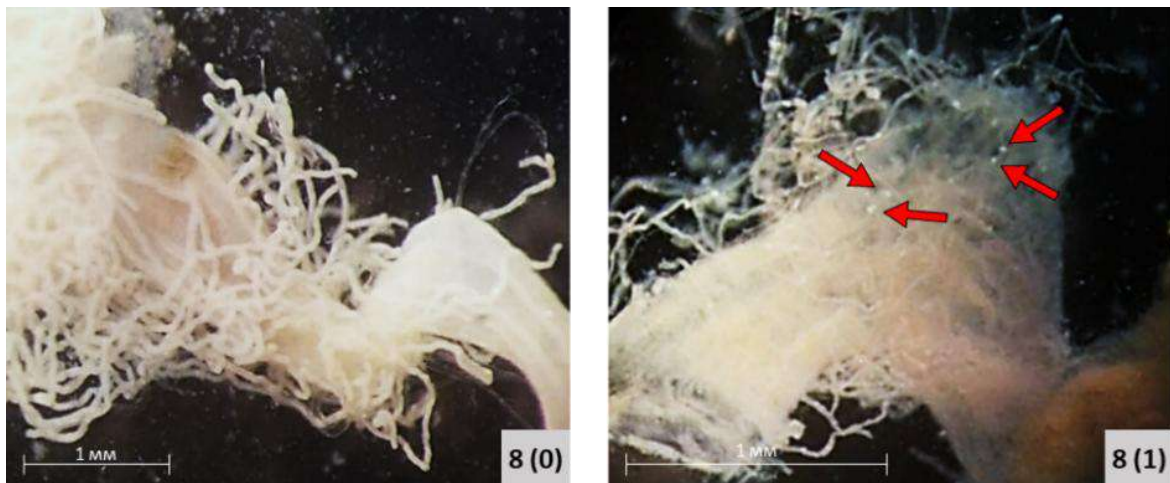


Рис. 7.17. Ознака 8 «Райдужні ущільнення мальпігієвих судин»: стан (0) та стан (1). Стрілки вказують на райдужні ущільнення (об. х 4, ок. х 8)

Поміж досліджених робочих особин бджіл райдужні утворення мальпігієвих судин було виявлено 4,0% бджіл із Лящівки, 13,3% бджіл з Оржиці та в половини бджіл із Канева. Для бджіл із контрольних вибірок показники відсоткових часток станів ознаки статистично різнилися між собою ($p < 0,001$):

райдужні ущільнення мальпігієвих судин мали 17,5% бджіл у вибірці CCD+ та 2,2% бджіл у вибірці CCD– (рис. 7.18, в).

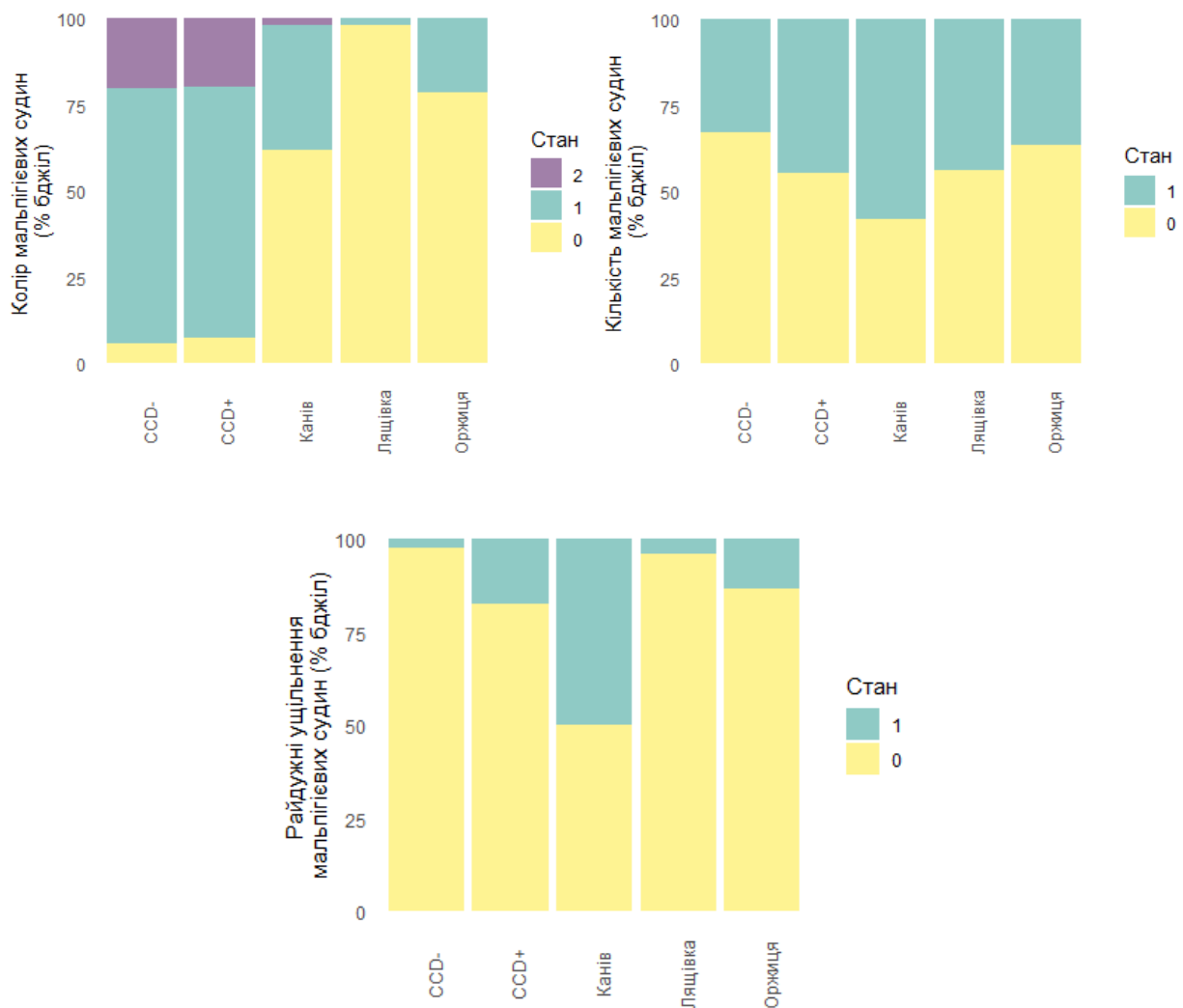


Рис. 7.18. Розподіл станів для патанатомічних ознак у межах трьох досліджуваних пасік та контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами: а) ознака 6 «Колір мальпігієвих судин», б) ознака 7 «Кількість мальпігієвих судин», в) ознака 8 «Райдужні ущільнення мальпігієвих судин» ($\alpha = 0,05$, Tukey HSD)

Ознака 8 потребує додаткового дослідження як можлива детермінанта CCD (VanEngelsdorp, 2017), адже подібні сферичні утворення часто спостерігаються в багатьох комах у вигляді грон винограду та є результатом накопичення мінеральних елементів (C, Ca, K, Mg, Mn, N, Na, O, P, S i Zn), необхідних для життєдіяльності організму (Negri, 2015). З іншого боку, мальпігієві судини можуть уражатися найпростішими з роду *Malpighatobia*, що здатні пошкоджувати епітеліальні клітини судин, потенційно порушуючи їхні функції.

Інвазовані амебами мальпігієві судини виглядають помутнілими й набряклими та характеризуються пришвидшеною секрецією, що зумовлює більші енергетичні витрати на осморегуляторні процеси (Rossi, 2020). Це, разом із порушенням процесів детоксикації, негативно позначається на загальній виживаності окремих особин бджолої сім'ї (Catae, 2017; Lu, 2020a; Wood, 2020a).

Ректум (пряма кишка) є останнім відділом кишечника, це зона формування та тимчасового зберігання екскрементів. Колір, наповненість ректума (що залежить від накопиченої кількості екскрементів), консистенція його вмісту та присутність ентеролітів можуть надавати важливу інформацію про зараження сім'ї CCD (VanEngelsdorp, 2017).

Колір ректума може варіювати від молочно-білого до темно-коричневого (рис. 7.19), а його розміри оцінюють за ступенем наповнення, що може бути високим (66–100%), середнім (33–66%) і низьким (0–33%) (рис. 7.20)



Рис. 7.19. Ознака 9 «Колір ректума»: стан (0), стан (1) та стан (2) (об. х 2, ок. х 8)

У бджіл із Лящівки та Канева в забарвленні тканин ректума здебільшого переважали світло-коричневі тони – 76,0 та 86,0% відповідно, а більшість бджіл з Оржиці (58,3%) характеризувалися молочно-білим відтінком цього органа.

Для порівняння, у контрольних вибірках світло-коричневі тони ректума спостерігалися поміж 89,3 та 97,2% бджіл із CCD+ та CCD– вибірок відповідно (рис. 7.23, а). Наповненість ректума варіювала: більше половини бджіл із Лящівки мали низький ступінь заповнення ректума, такий же стан ознаки був зафіксованих 81,7% бджіл з Оржиці, у свою чергу, три чверті бджіл із Канева мали повністю заповнений ректум великого розміру. Приблизно половина бджіл контрольної вибірки із CCD-позитивним статусом (56,0%) мала напівзаповнений ректум, а приблизно половини бджіл контрольної вибірки із CCD-негативним статусом (53,9%) – повністю заповнений ректум (рис. 7.23, б).



Рис. 7.20. Ознака 10 «Наповненість ректума»: стан (0), стан (1) та стан (2) (об. х 2, ок. х 8)

Консистенція вмісту ректума може змінюватися від рідкої до щільної (рис. 7.21). Так, вміст ректума в 60,0% бджіл із Лящівки та 75,0% бджіл з Оржиці мав рідку консистенцію, а в 72,0% бджіл із Канева був ущільнений вміст, що розпадався на грудки.

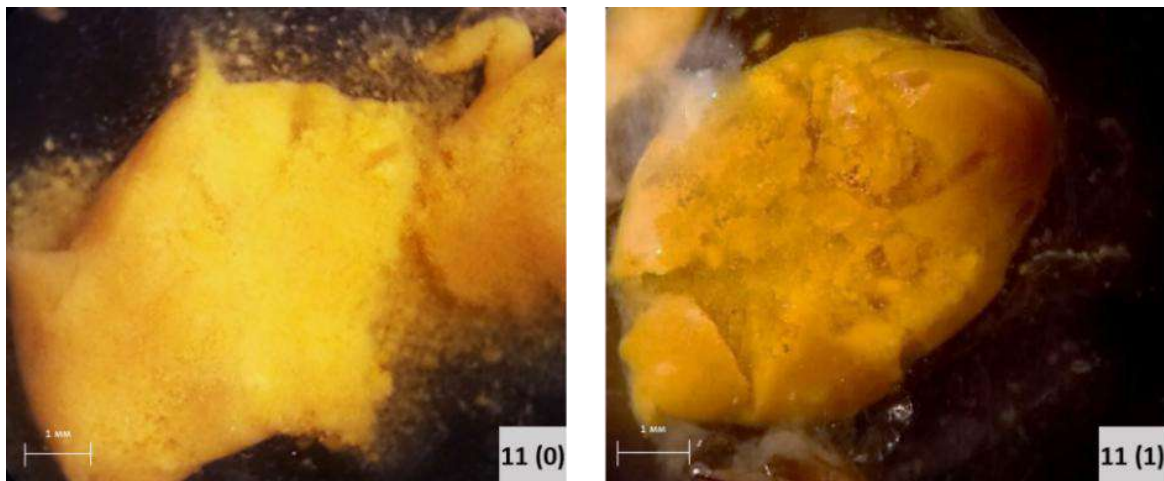


Рис. 7.21. Ознака 11 «Консистенція вмісту ректума»: стан (0) та стан (1) (об. х 2, ок. х 8)

У контрольних вибірках консистенція екскрементів була рідкою для 65,4% бджіл із CCD та 52,8% умовно здорових бджіл (рис. 7.23, в).

Ректум медоносної бджоли є розширеним дистальним відділом задньої частини кишечника, що відповідає за реабсорбцію води, іонний обмін, а також формування та тимчасове зберігання екскрементів (Snodgrass, 1910; Матушкіна, 2020). Якщо бджола не має можливості спустошити свій кишечник упродовж тривалого часу, неперетравлені полісахариди їжі можуть розкладатися, порушуючи функціонування нормальної мікрофлори кишечника, спричиняючи проліферацію бактерій, дріжджів та інших грибів, зумовлюючи появу

анатомічних аномалій кишки та призводячи до помітних ознак дизентерії на рамках та на льотку (VanEngelsdorp, 2017).

Симбіотичні непатогенні мікроорганізми прямої кишки бджоли сприяють розкладанню та детоксикації неперетравленої у вищих відділах кишечника їжі (Emery, 2017; Dong, 2020), проте пестициди та деякі лікарські засоби для бджіл можуть впливати на склад мікрофлори кишечника цих комах (Catae, 2017; Ellegaard, 2020; Wang, 2021). Варто зазначити, що низка захворювань (бактеріальні інфекції, деякі вірусні хвороби, ноземоз, аліментарна діарея, сольовий токсикоз тощо) також можуть спричиняти пронос бджіл, але з характерною для цих хвороб симптоматикою (Sammataro, 2011; Gusachenko, 2020; Higes, 2020). Стан заповнення прямої кишки менше ніж на половину її довжини та невисока щільність вмісту можуть бути ознаками синдрому руйнування бджолиних сімей (VanEngelsdorp, 2017).

У літературі зазначається, що уражені CCD бджоли формують меншу кількість екскрементів через недоїдання пилку та не здатні накопичувати й утримувати велику їхню кількість впродовж тривалого періоду, наприклад, під час зимівлі (VanEngelsdorp, 2017; Brochu, 2020).

Ентеролітами називають тверді та округлі мінеральні ущільнення в порожнині ректума (рис. 7.22). Відомо, що бджоли з уражених CCD сімей у 7,7 разів частіше мали ректальні ентероліти – 5,9% бджіл для вибірки із CCD-позитивним статусом та 0,7% бджіл для вибірки із CCD-негативним статусом (рис. 7.23, г). Ці структури можуть вказувати на порушення процесу екскреції та майже ніколи не виявляються у здорових особин (VanEngelsdorp, 2017).

Уперше подібні утворення було виявлено у стерильних маток у вигляді скупчення кристалів солей сечової кислоти та інших мінералів (Porporato, 2015). Ентероліти зустрічалися в 36,0% бджіл із Лящівки, 8,0% бджіл із Канева та 46,7% бджіл з Оржиці, водночас для вибірки CCD+ частка бджіл із наявністю цієї ознаки становила 5,9%, для вибірки із CCD– – 0,7% (див. рис. 3.17, г).

Патології прямої кишки та мальпігієвих судин є важливими індикаторами порушення осморегуляції та йонного балансу (Chmiel, 2020; Rossi, 2020). Безліч процесів у вулику, такі як розвиток розплоду або гомеостаз на індивідуальному та колоніальному рівнях, потребують перебування бджіл за деяких зовнішніх умов. Тому підтримання сталої температури, що регулюється випаровуванням вологи, має першочергове значення (VanEngelsdorp, 2017; Lu, 2020a; Calovi, 2021).

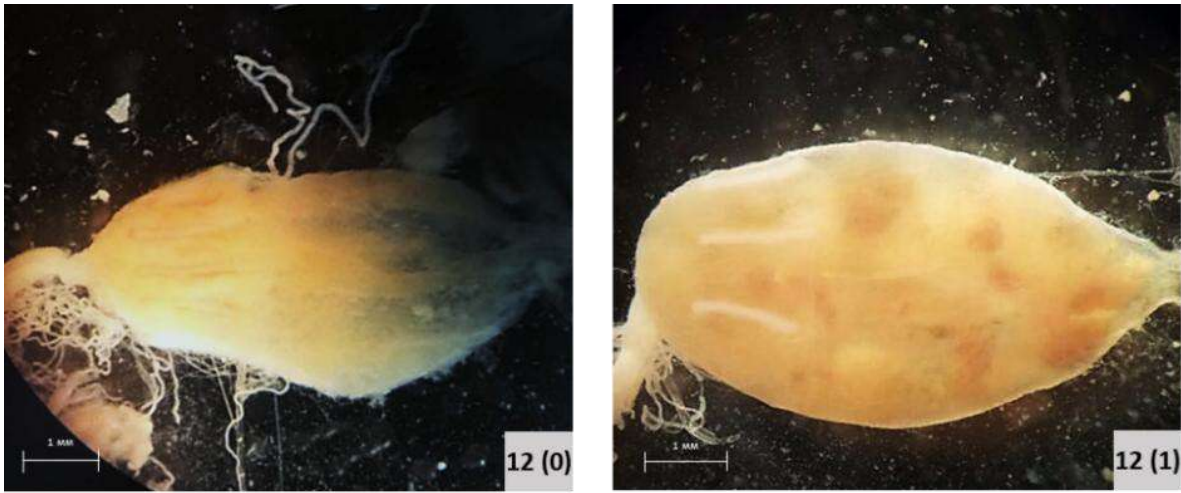


Рис. 7.22. Ознака 12. Ректальні ентероліти: стан (0) та стан (1) (об. х 2, ок. х 8)

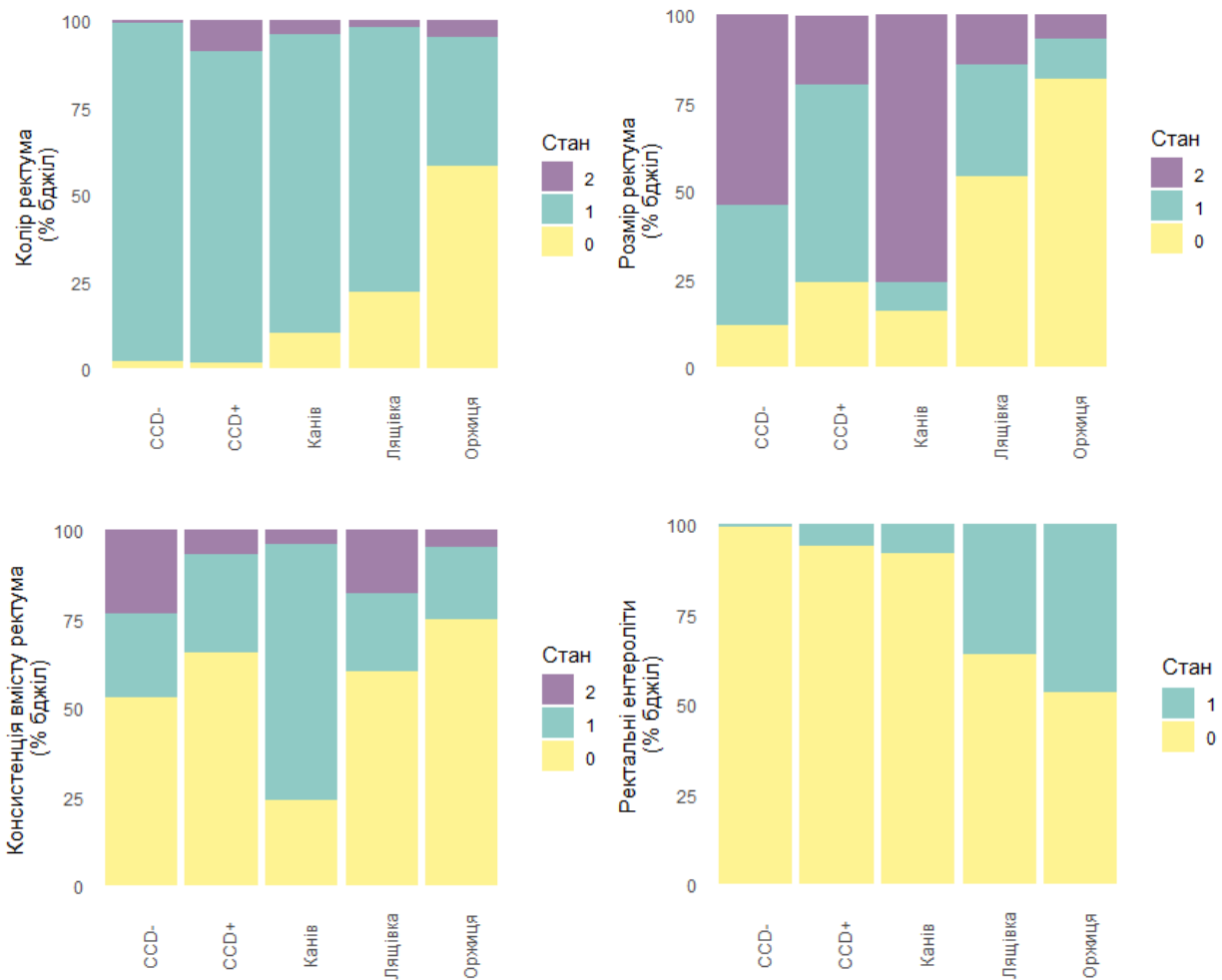


Рис. 7.23. Розподіл станів для патанатомічних ознак у межах трьох досліджуваних пасік та контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами: а) ознака 9 «Колір ректума», б) ознака 10 «Наповненість ректума», в) ознака 11 «Консистенція вмісту ректума», г) ознака 12 «Ректальні ентероліти» ($\alpha = 0,05$, Tukey HSD)

Окремі особини з порушеною осморегуляцією можуть залишати сім'ю, що стає вразливою до різких перепадів температур; це згубно діє на вирощуване потомство, якість їжі та виживаність бджолої сім'ї (VanEngelsdorp, 2017).

Перевірка жалоносного апарату на наявність патологічних ознак включала дослідження кольору та структури тканин отруйної залози, а також тканин її резервуара. Наявність меланізованих ділянок, зміна кольору та форми залози оцінювалися як патологічні стани жалоносного апарату (VanEngelsdorp, 2017). Комплекс жала, що міститься в дистальній частині черевця (метасоми) медоносної бджоли, має в своєму складі отруйну залозу, що складається з залозистої частини у вигляді видовженої протоки (тяжа) об'ємного резервуара.

Патанатомічною ознакою синдрому руйнування сімей вважається наявність непрозорих ділянок оболонки резервуара отруйної залози (стан 0 ознаки 13) та відсутність включень у його порожнині (стан 0 ознаки 14) (рис. 7.24, ознаки 13 та 14) (VanEngelsdorp, 2017). Поміж досліджених особин лише у 6,0% бджіл із Лящівки, 20,0% – з Канева та 3,3% – з Оржиці було виявлено непрозорі ділянки тканин оболонки резервуара отруйної залози, а включення спостерігалися у 10,0%, 20,0% та 60,0% бджіл відповідно (рис. 7.27, а та б).



Рис. 7.24. Патанатомічні ознаки отруйної залози: *ознака 13 «Прозорість стінок резервуара отруйної залози», ознака 14 «Включення у порожнині резервуара отруйної залози» та ознака 15 «Форма протоки (бича) отруйної залози» (об. х 2, ок. х 8)*

У 78,0% бджіл із Лящівки, 40% бджіл із Канева та 71,7% бджіл з Оржиці залозиста частина отруйної залози не містила роздутих ділянок (рис. 3.21, в). Відомо, що отруйна залоза з роздутими ділянками частіше зустрічається у контрольній групі неуражених CCD комах (87,0%), ніж у бджіл з уражених сімей (75,2%). Тому невеликий та незмінний діаметр залозистої частини отруйної залози може розглядатися як патанатомічна ознака CCD (див. рис. 7.24; ознака 15).

Наявність меланізованих ділянок залозистої частини виділяють як 16 патанатомічну ознаку, характерну для синдрому руйнування сімей (рис. 7.25).

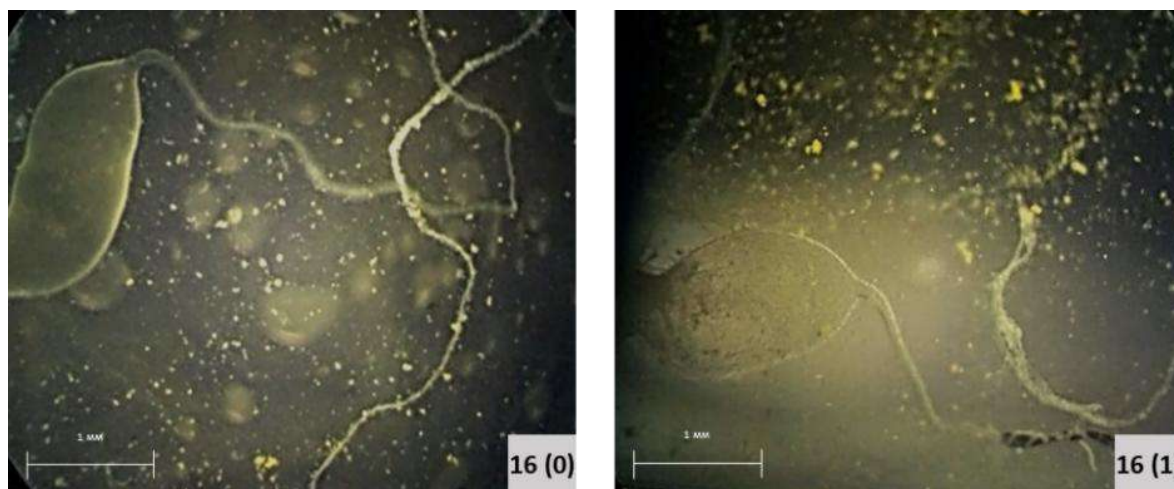


Рис. 7.25. Ознака 16 «Меланізація протоки отруйної залози»: стан (0) та стан (1) (об. х 4, ок. х 8)

Досить часто меланізація, асоційована з роботою фенолоксидназної системи, є індикатором імунної відповіді організму та виявляється поміж старших за віком бджіл-збирачок (див. вище).

В процесі дослідження, меланізовані ділянки залозистої частини отруйної залози було виявлено в 4,0% особин із Канева та 3,3% особин з Оржиці, поміж бджіл із Ляцівки ця ознака була відсутня. Водночас, поміж уражених ССД бджіл частка особин із цією ознакою становила 43,0%, а поміж умовно здорових – 21,0% (рис. 7.28, а).

Варіацій кольору тканин протоки отруйної залози (рис. 7.26) поміж досліджених бджіл не було виявлено, 100,0% бджіл мали кремовий відтінок тканин цього органу (рис. 7.28, б).

Поміж описаних патанатомічних ознак у літературі статистично підтвердженими детермінантами синдрому руйнування сімей сьогодні називають лише 7, поміж них: ознака 8 – наявність райдужних ущільнень мальпігієвих судин, ознака 10 – низький ступінь заповнення ректума, ознака 11 – м'яка консистенція його вмісту, ознака 12 – присутність ректальних ентеролітів (мінеральних конкрементів), прозорість тканин (ознака 13) та зміна форми отруйної залози (ознака 15), меланізація її тканин (ознака 16).

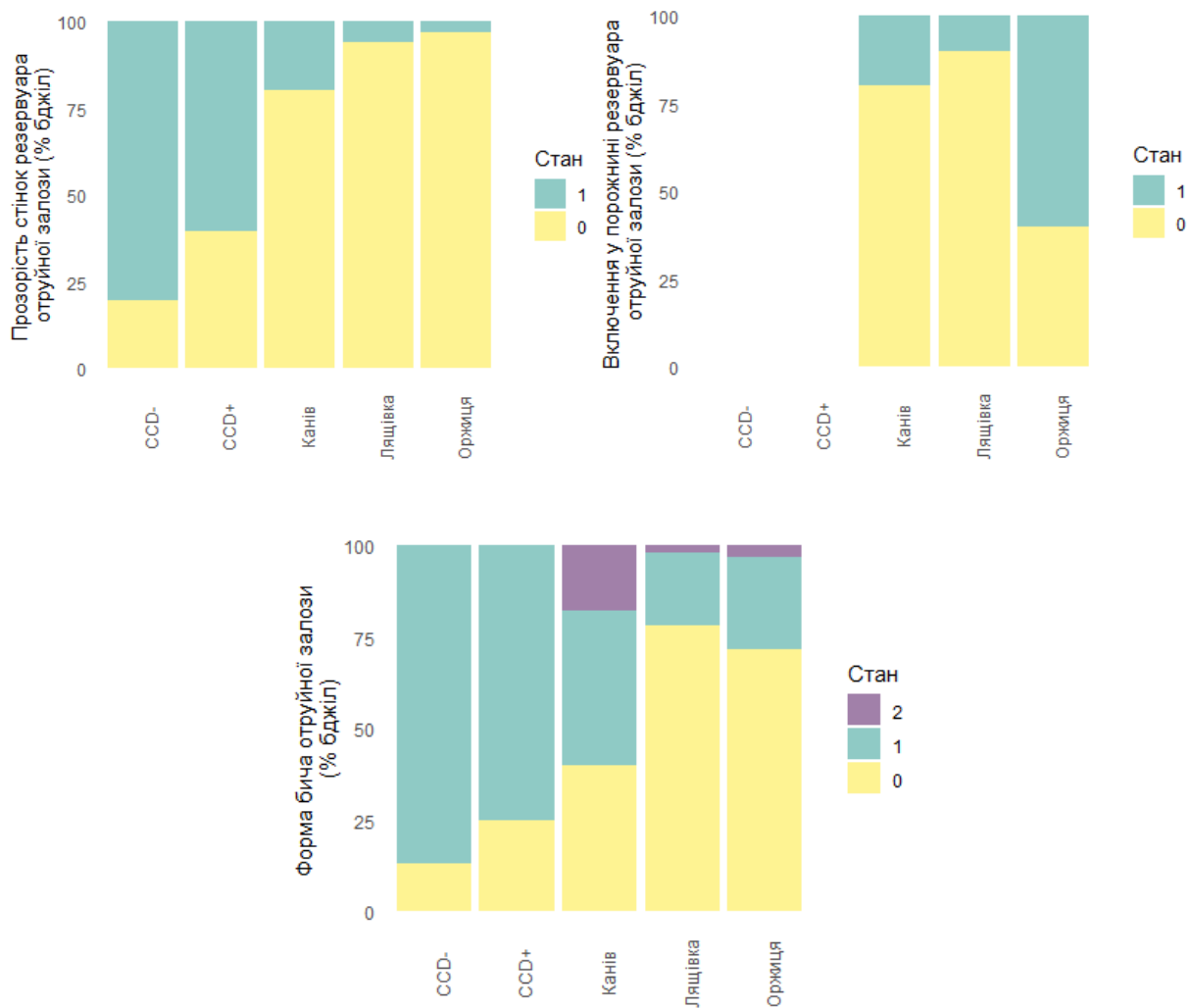


Рис. 7.27. Розподіл станів для патанатомічних ознак у межах трьох досліджуваних пасік та контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами: а) ознака 13 «Прозорість стінок резервуара отруйної залози», б) ознака 14 «Включення у порожнині резервуара отруйної залози» – відсутні літературні дані щодо розподілу станів цієї ознаки поміж контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами, в) ознака 15 «Форма протоки (бича) отруйної залози» ($\alpha = 0,05$, Tukey HSD)

Для цього вивчали відповідні органи черевної порожнини медоносної бджоли: мальпігієві судини (табл. 7.2), ректум (табл. 7.3) та отруйну залозу жалоносного апарата (табл. 7.4). Не виключено також, що в майбутньому, в процесі детальнішого вивчення патанатомічних маркерів синдрому руйнування сімей, можуть з'явитися додаткові, пов'язані з іншими анатомічними структурами, показники синдрому руйнування бджолиних сімей (VanEngelsdorp, 2017).



Рис. 7.26. Ознака 17 «Колір протоки отруйної залози»: стан (0) та стан (1) (об. х 2, ок. х 8)

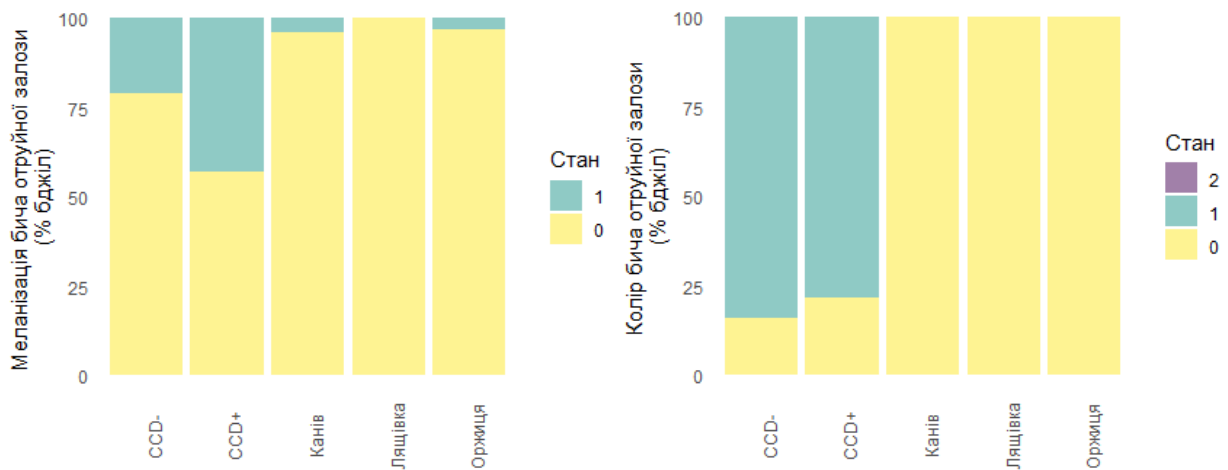


Рис. 7.28. Розподіл станів для патанатомічних ознак у межах трьох досліджуваних пасік та контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами: а) ознака 16 «Меланізація протоки (бича) отруйної залози», б) ознака 17 «Колір протоки (бича) отруйної залози» ($\alpha = 0,05$, Tukey HSD)

Таблиця 7.2. Порівняння вибірок за патанатомічною ознакою 8 «Райдужні ущільнення мальпігієвих судин»

	Канів	Лящівка	Оржиця	CCD+	CCD–
Канів		Так	Так	Так	Так
Лящівка	$p < 0,001$		Ні	Ні	Ні
Оржиця	$p < 0,001$	$p = 0,561$		Ні	Ні
CCD+	$p < 0,001$	$p = 0,051$	$p = 0,890$		Так
CCD–	$p < 0,001$	$p = 0,991$	$p = 0,116$	$p < 0,001$	

Примітка: «Так» – достовірна різниця між вибірками за $\alpha = 0,05$, Tukey HSD, «Ні» – достовірна різниця відсутня (обрахунок значень p наведено в Додатку А б).

Таблиця 7.3 Порівняння вибірок за патанатомічними ознаками ректума

Ознака 10 «Наповненість ректума»					
	Канів	Лящівка	Оржиця	CCD+	CCD–
Канів		Так	Так	Так	Ні
Лящівка	p < 0,001		Ні	Так	Так
Оржиця	p < 0,001	p = 0,050		Так	Так
CCD+	p < 0,001	p = 0,004	p < 0,001		Так
CCD–	p = 0,446	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	
Ознака 11 «Консистенція вмісту ректума»					
	Канів	Лящівка	Оржиця	CCD+	CCD–
Канів		Ні	Так	Так	Ні
Лящівка	p = 0,468		Ні	Ні	Ні
Оржиця	p = 0,001	p = 0,188		Ні	Так
CCD+	p = 0,002	p = 0,482	p = 0,728		Так
CCD–	p = 0,910	p = 0,752	p < 0,001	p < 0,001	
Ознака 12 «Ректальні ентероліти»					
	Канів	Лящівка	Оржиця	CCD+	CCD–
Канів		Так	Так	Ні	Ні
Лящівка	p < 0,001		Ні	Так	Так
Оржиця	p < 0,001	p = 0,273		Так	Так
CCD+	p = 0,979	p < 0,001	p < 0,001		Ні
CCD–	p = 0,494	p < 0,001	p < 0,001	p = 0,461	

Примітка: «Так» – достовірна різниця між вибірками за $\alpha = 0,05$, Tukey HSD, «Ні» – достовірна різниця відсутня (обрахунок значень p наведено в Додатку А 6).

Отже, в процесі скринінгу внутрішніх структур черевця бджіл із сімей на пасіці в с. Лящівка було зафіксовано низку патанатомічних ознак, поміж них: білі вузлики (ознака 2), збільшений розмір середньої кишки (ознака 3) та переважання білого кольору в її забарвленні (ознака 4), меланізована смуга в зоні пілоричного клапана (ознака 5), світлий колір тканин (ознака 6) та зменшена кількість мальпігієвих судин (ознака 7), світлий колір тканин (ознака 9) та низький ступінь наповнення ректума (ознака 10), ректальні ентероліти (ознака 12), прозорість стінок резервуара отруйної залози (ознака 13) та відсутність включень у його порожнині (ознака 14), невеликий діаметр (ознака 15) та світлий колір тканин протоки отруйної залози (ознака 17). Враховуючи, відсутність цілісного патерну маркерних ознак CCD, а також те, що на цій пасіці не було помічено жодних видимих симптомів відомих захворювань, наявність патологічних ознак травної системи та жалоносного апарату можна пояснити особливостями кормової бази бджіл та способом їхнього утримання.

З пасіки в Каневі було відібрано ослаблених, на думку бджоляра бджіл, сім'ї яких демонстрували видимі симптоми аскоферозу (міцелій гриба

проростає на хворих личинках, згодом перетворюючи їх на тверді крейдоподібні грудки). В процесі дослідження їхніх внутрішніх структур було зареєстровано такі патанатомічні маркери: білі вузлики (ознака 2), збільшений розмір середньої кишки (ознака 3) та переважання білого кольору в її забарвленні (ознака 4), меланізована смуга в зоні пілоричного клапана (ознака 5), світлий колір тканин (ознака 6), зменшена кількість каналців (ознака 7) та райдужні ущільнення мальпігієвих судин (ознака 8), ректальні ентероліти (ознака 12), прозорість стінок резервуара отруйної залози (ознака 13) та відсутність включень у його порожнині (ознака 14), світлий колір тканин протоки отруйної залози (озн.17).

Таблиця 7.4. Порівняння вибірок за патанатомічними ознаками отруйної залози

Ознака 13 «Прозорість стінок резервуара отруйної залози»					
	Канів	Лящівка	Оржиця	CCD+	CCD–
Канів		Ні	Ні	Так	Так
Лящівка	p = 0,449		Ні	Так	Так
Оржиця	p = 0,230	p = 0,997		Так	Так
CCD+	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001		Так
CCD–	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	
Ознака 15 «Форма протоки (бича) отруйної залози»					
	Канів	Лящівка	Оржиця	CCD+	CCD–
Канів		Так	Так	Ні	Ні
Лящівка	p < 0,001		Ні	Так	Так
Оржиця	p < 0,001	p = 0,897		Так	Так
CCD+	p = 0,994	p < 0,001	p < 0,001		Так
CCD–	p = 0,715	p < 0,001	p < 0,001	p = 0,043	
Ознака 17 «Колір протоки отруйної залози»					
	Канів	Лящівка	Оржиця	CCD+	CCD–
Канів		Ні	Ні	Так	Ні
Лящівка	p = 0,988		Ні	Так	Так
Оржиця	p = 1,000	p = 0,993		Так	Так
CCD+	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001		Так
CCD–	p = 0,072	p = 0,013	p = 0,032	p < 0,001	

Незважаючи на те, що спори гриба уражають лише розплід, робочі бджоли демонстрували широкий спектр патанатомічних ознак, що свідчать про порушення нормальної фізіології досліджених особин, насамперед через погіршення стану мальпігієвих судин. Натомість, патанатомічний профіль вибірки не характеризувався повним патерном маркерних ознак CCD та відрізнявся від такого для вибірки з Лящівки (табл. 7.2).

Поміж відібраних на пасіці в смт. Оржиця та, ймовірно, уражених кліщем *Varroa* бджіл було зафіксовано: білі вузлики (ознака 2), збільшений розмір

середньої кишки (ознака 3) та переважання білого кольору в її забарвленні (ознака 4), меланізована смуга в зоні пілоричного клапана (ознака 5), світлий колір (ознака 6) та райдужні ущільнення мальпігієвих судин (ознака 8), світлий колір тканин (ознака 9) та низький ступінь наповнення ректума (ознака 10) рідким вмістом (ознака 11), ректальні ентероліти (ознака 12), прозорість стінок резервуара отруйної залози (ознака 13), невеликий діаметр (ознака 15) та світлий колір тканин протоки отруйної залози (ознака 17). Патанатомічний профіль маркерних ознак CCD у цій вибірці є найбільш наближеним до такого поміж бджіл контрольної вибірки із CCD-позитивним статусом. Це вкотре підтверджує факт позитивної кореляції між випадками масової загибелі бджіл та ураженням бджолиних сімей кліщем *Varroa destructor* (VanEngelsdorp, 2009; VanEngelsdorp, 2017; Steinhauer, 2018).

Отримані результати дають змогу припустити, що попри зареєстровані нами окремі випадки патанатомічних ознак, жодна з досліджених сімей медоносної бджоли не демонструє цілісної картини, характерної для синдрому руйнування бджолиних сімей. Проте власникам сімей треба звернути свою увагу на умови утримання та особливості харчування бджіл (можливу наявність пестицидів у взятках, принесених з оброблених рослин, доцільність використання профілактичних та лікарських засобів проти хвороб бджіл), а також регулярно здійснювати профілактичні та лікувальні заходи задля контролю патогенних організмів щоб покращити стан бджолиних сімей.

До висновків цього дослідження можна віднести наступні.

Використовуючи стандартні прийоми світлової мікроскопії та загальні методи препарування комах, здійснено розтин метасоми 160 особин медоносних бджіл, відібраних із трьох приватних пасік Центральної України, з метою пошуку патологій анатомічних структур черевця.

На основі попередніх досліджень (VanEngelsdorp, 2017) виділено 7 патологічних ознак будови ректума, мальпігієвих судин та жалоносного апарату медоносної бджоли, що можуть слугувати детермінантами синдрому руйнування бджолиних сімей (CCD).

Після обчислення відсоткових часток різних станів патанатомічних ознак, поміж сімей бджіл із с. Лящівка було зафіксовано 13 із 17 патанатомічних станів ознак, з них 4 маркери синдрому руйнування бджолиних сімей; поміж сімей бджіл із м. Канів – 11 патанатомічних станів ознак, з них 3 маркери CCD; поміж сімей бджіл із с. Оржиця – 13 патанатомічних станів ознак, з них 6 маркерів CCD.

Поміж інших двох вибірок, медоносні бджоли із с. Оржиця характеризувалася найбільш повним патерном патологічних станів ознак, притаманних

бджолам із CCD-позитивним статусом, що пояснюється високим рівнем закліщеності *Varroa destructor* сімей дослідної пасіки, маніфестація якого тісно корелює з появою CCD.

Зважаючи на широкий спектр виявлених патанатомічних станів ознак поміж трьох вибірок, власникам пасік рекомендовано звернути увагу на можливі порушення умов утримання бджіл, що можуть сприяти деструкції фізіологічних процесів, а також регулярно здійснювати профілактичні та лікувальні заходи з метою контролю патогенних організмів медоносних бджіл.

РОЗДІЛ 8

СЕЛЕКЦІЯ І РОЗВЕДЕННЯ БДЖІЛ

8.1. Розведення популяцій бджіл на прикладі Житомирської області

Впродовж останніх десятиліть бджільництво занепадало як в Європі, так і в США, про що свідчить зменшення чисельності сімей бджоли медоносної (*Apis mellifera* L.) (Ellis et al., 2010; Potts et al., 2010).

За даними Neumann & Carreck (2010), ці втрати в США становлять приблизно 30%, у Європі – 1,8–53%, в Японії – 25%, у Середній Азії – 10–85%. Вчені розглядають низку причин щодо можливих причин загибелі бджолиних сімей, включно з мобільними телефонами, генетично модифікованими організмами та нанотехнологіями, які, можливо, затьмарили набагато ймовірніші пояснення, такі як шкідники та хвороби, пестициди, кормова база та технології в бджільництві.

Dahle (2010) дослідив, що регіони, в яких поширений кліщ вароа (США, Європа, Середня Азія, Японія), мають більші втрати ніж ті, де його немає (Австралія, Південна Америка, Африка). Однак він наголошує, що кліщ сам по собі не пояснює всі останні втрати.

Згідно з даними Kulhanek et al. (2017), втрата бджолиних сімей літом (23,6%) наближається до втрат після зимівлі (26,9%), що викликає особливе занепокоєння.

Дослідження, проведені Potts et al. (2010) у 18 європейських країнах, виявили скорочення чисельності бджолиних сімей у центральноєвропейських країнах та деяке збільшення в середземноморських. Ці результати автори пов'язують зі зменшенням кількості пасічників.

Поміж причин, які спричиняють загибель бджоли медоносної, Neumann and Carreck (2010) називає віруси (Berthoud et al., 2010; Carreck et al., 2010a, b; Martin et al., 2010), нозематоз (Paxton, 2010; Santrac et al., 2010), вароатоз (Carreck et al., 2010b; Dahle, 2010; Martin et al., 2010), пестициди та акарициди (Chauzat et al., 2010b; Medrzycki et al., 2010; Harz et al., 2010), зменшення генетичного різноманіття (Meixner et al., 2010) та втрата місць існування (Potts et al., 2010).

За даними Genersch et al (2010) бджола медоносна – найважливіший запилювач у сільському господарстві, що забезпечує понад 90% послуг з комерційного запилення. Згідно з поточними оцінками глобальна потреба у ньому буде продовжувати зростати. Як наслідок, постійне зменшення чисельності бджолиних сімей у Північній Америці та Європі, яке спостерігається роками, становить серйозну загрозу для сільського господарства.

Все вищевикладене свідчить про те, що є необхідність у дослідженнях популяцій *Apis mellifera L.* у різних регіонах. Тому ми поставили меду дослідити особливості штучної популяції бджоли медоносною у Житомирській області.

Досліджено, що чисельність популяції бджоли медоносною у Житомирській області за чверть століття збільшилась у 2 рази – з 90,0 до 195,6 тис. сімей (табл. 8.1).

Таблиця 8.1. Чисельність бджолиних сімей у Житомирській області за категоріями господарств

Рік	Категорії господарств			Частка бджолиних сімей на Житомирщині від усіх в Україні, %
	сільськогосподарські	особисті підсобні господарства населення	разом	
1992	43,7	46,3	90,0	3
1993	40,7	125,5	166,2	4
1994	36,0	133,3	169,3	4
1995	32,8	134,4	167,2	4
1996	28,5	111,0	139,5	4
1997	23,6	94,4	118,0	4
1998	23,3	94,8	118,1	4
1999	21,5	80,2	101,7	3
2000	18,9	76,9	95,8	3
2001	16,2	72,3	88,5	3
2002	16,0	82,8	98,8	3
2003	15,1	85,5	100,6	4
2004	10,2	87,0	97,2	4
2005	8,7	120,2	128,9	4
2006	8,7	149,9	158,6	5
2007	7,8	149,8	157,6	5
2008	6,5	150,1	156,6	5
2009	4,7	152,3	157,0	5
2010	4,3	151,1	155,4	5
2011	3,9	152,1	156,0	5
2012	2,9	156,2	159,1	6
2013	3,0	174,9	177,9	6
2014	2,6	188,6	191,2	6
2015	2,7	190,7	193,4	7
2016	2,4	191,6	194,0	7
2017	2,2	193,4	195,6	8

Таке зростання відбулося завдяки особистих підсобних господарств населення, де чисельність бджолиних сімей збільшилась у 4 рази. Однак

динаміка у сільськогосподарських підприємствах прямо протилежна. У цій категорії господарств кількість бджолиних сімей зменшилось у 20 разів – з 43,7 до 2,2 тис.

Впродовж періоду часу, під час якого досліджували, на Житомирщині відбулося декілька хвиль коливання чисельної популяції бджоли медоносної. Перша відбулася в 1993 р. У цьому році кількість бджолиних сімей зросла до 166,2 тис, тобто у 1,8 раза. Різке падіння чисельності відбулося впродовж 1996–1997 рр. Поступове зниження кількості бджолиних сімей спостерігалось до 2004 р. У цілому, за цей період чисельність популяції бджоли медоносної скоротилася до 97,2 тис. сімей. Наступна хвиля зростання відбулася в 2005–2006 рр. За цей період кількість зросла до 158,6 тис. і залишалася майже стабільною сім наступних років, до 2012 р. Остання хвиля зростання спостерігалася 2013–2017 рр. У 2013 р. чисельність бджолиних сімей зросла на 18,8 тис., у 2014 – ще на 13,3 тис. Останні три роки відбувалося зростання на 0,6-2,2 тис. щороку. Цікаво, що в Україні за останні двадцять п'ять років чисельність популяції бджоли медоносної зменшилася з 3525,7 до 2487,1 тис., тобто у 1,4 раза.

Наразі у Житомирській області зосереджено 8% усіх сімей бджоли медоносної в Україні (табл. 8.2). Цей показник з 1992 до 2017 р. зріс у 2,7 раза.

У Хмельницькій, Вінницькій, Донецькій, Миколаївській, Івано-Франківській та Полтавській областях така частка становить 6–7%, у решти – 1–5. Аналіз особливостей розподілу популяції бджоли медоносної на Житомирщині між ґрунтово-кліматичними зонами показав, що на Поліссі зосереджено в 1,4 раза більше бджолиних сімей, ніж у Лісостепу. Тут розташовано 58,5% сімей області. У цих регіонах останні чотири роки відбувалося поступове зростання їхньої чисельності. У поліських районах кількість бджолиних сімей зросла на 1,6 тис., у лісостепових – на 2,8. Найбільша частка бджоли медоносної зосереджена в двох районах – Ружинському, який знаходиться у Лісостепу, та Овруцькому – на Поліссі. Цей показник становить відповідно 9,1 та 10. Вісім районів мають від 2,1 до 3% бджолиних сімей області, решта тринадцять – від 3,5 до 6,3.

У Житомирській області щільність популяції бджоли медоносної на 100 га угідь становить 7 сімей, на умовну пасовищну ділянку (1256 га) – 82 (рис. 8.1). Найбільша щільність бджолиних сімей у Ружинському районі, який розташований у Лісостепу. На 100 га тут припадає 18 сімей, на умовну пасовищну ділянку – 224. Це в 2 рази більше, ніж у середньостатистичному районі Житомирщини. Ще у двох лісостепових районах (Бердичівському та Любарському) та одному поліському (Ємільчинському) ці показники не менші

10 та 125 відповідно. Три райони Лісостепу (Новоград-Волинський, Романівський та Брусилівський) та чотири – Полісся (Овруцький, Черняхівський, Малинський та Пулинський) мають приблизно таку ж щільність бджолиних сімей, як у середньому за Житомирщиною. Ще у чотирьох лісостепових районах (Андрушівському, Баранівському, Житомирському та Попільнянському) та двох поліських (Коростенському та Хорошівському) їхня кількість на 100 га не менша 5, на умовну пасовищну ділянку – не менша 57.

Таблиця 8.2. Чисельність бджолиних сімей
в районах та ґрунтово-кліматичних зонах Житомирської області

Район, ґрунтово-кліматична зона	Рік				У середньому	Частка бджолиних сімей від усіх в області, %
	2014	2015	2016	2017		
Андрушівський	7,2	6,6	6,6	6,7	6,8	3,5
Баранівський	5,0	5,5	5,6	5,8	5,5	2,8
Бердичівський	12,3	12,1	12,1	12,4	12,2	6,3
Брусилівський	4,0	4,7	4,8	4,7	4,6	2,4
Житомирський	10,5	10,7	10,8	10,9	10,7	5,5
Коростишівський	4,4	4,0	4,1	4,2	4,2	2,2
Любарський	10,8	9,8	9,8	9,8	10,1	5,2
Новоград-Волинський	9,7	10,2	10,2	10,2	10,1	5,2
Попільнянський	9,5	10,1	10,2	10,2	10,0	5,2
Радомишльський	4,2	4,9	4,6	4,6	4,6	2,4
Романівський	7,5	7,4	7,4	7,6	7,5	3,9
Ружинський	17,5	17,6	17,7	17,9	17,7	9,1
Чуднівський	10,0	9,3	9,3	9,2	9,5	4,9
Лісостеп	112,6	112,9	113,2	114,2	113,2	58,5
Ємільчинський	9,8	10,6	10,6	10,4	10,4	5,4
Коростенський	9,9	10,5	10,6	10,6	10,4	5,4
Лугинський	5,2	4,4	4,4	4,3	4,6	2,4
Малинський	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	3,7
Народицький	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2	2,2
Овруцький	19,5	19,1	19,2	19,4	19,3	10,0
Олевський	4,0	3,9	4,0	4,2	4,0	2,1
Пулинський	6,9	7,7	7,7	7,9	7,6	3,9
Хорошівський	5,5	5,9	5,9	6,0	5,8	3,0
Черняхівський	6,5	7,2	7,2	7,3	7,1	3,7
Полісся	78,6	80,5	80,8	81,4	80,3	41,5

В Україні ці показники становлять відповідно 4 та 52. У Вінницькій, Миколаївській, Хмельницькій, Івано-Франківській та Чернівецькій щільність бджолиних сімей на 100 га угідь становить 8–10, у решти – 1–4. На умовній пасовищній ділянці у вищезгаданих областях зосереджено 85–131 сімей, у решти – 15–69.



Рис. 8.1. Щільність популяції бджоли медоносної в Житомирській області

Найменша щільність популяції бджоли медоносної у двох районах Лісостепу (Радомишльському і Коростенському) та трьох Поліських (Лугинському, Народицькому та Олевському) – 1–4 та 16–55 відповідно.

Найменше припадає бджолиних сімей на одиницю площі в Олевському районі, який розташований на Поліссі – 1 та 16 відповідно.

Отже, на Житомирщині впродовж останніх двадцяти п'яти років (1992–2017 рр.) чисельність бджолиних сімей зросла в 2 рази і наразі становить 193,4 тис.

Ця область одна з найкращих у державі за розвитком галузі бджільництва. Тут зосереджено 8% усіх бджолиних сімей в Україні, а щільність штучної популяції бджоли медоносної одна з найвищих у державі. У розрахунку на 100 га угідь у цій області розташовано 7 сімей, на одній умовній пасовищній ділянці (1256 га) – 82. Розподіл бджолиних сімей на території Житомирщини нерівномірний як за ґрунтово-кліматичними зонами, так і районами. Більше всього бджолиних сімей на Поліссі – 58,5%. В окремих районах області на умовну пасовищну ділянку припадає 16–224 сім'ї, на 100 га угідь – 1–18. Результати цих досліджень дають змогу товарним пасікам раціонально використовувати медозбори на Житомирщині, а також приймати зважені рішення щодо доцільності збільшення кількості бджолиних сімей.

8.2. Гадяцький тип української популяції бджіл

8.2.1 Походження та ареал поширення українських степових бджіл.

Родючі ґрунти України, багата медоносна рослинність і відповідні кліматичні умови сприяли розмноженню бджіл і збиранню великої кількості меду. Впродовж тривалого еволюційного розвитку відбувався природний процес створення аборигенних бджіл, які добре пристосовувались до місцевих умов клімату й медозбору. На території України сформувались і нині районовані українська степова і карпатська породи, а також поліська популяція бджіл (Гайдар та ін., 2005).

Українські бджоли є найпоширенішою породою в Україні і належать до групи аборигенних бджіл європейського походження, займаючи Лісостеп і степову зону. Як свідчать наукові дані, бджоли українського походження в багатьох районах зберегли свої породні особливості і в умовах багатой медоносної бази дають високі медозбори (Багрій, 2006; Метлицька та ін., 2012; Гречка, 2013; Хамід, 2014).

Про приналежність українських бджіл є різні погляди. В. В. Алпатов виділив їх у самостійну породу і дав їй назву українська. М. І. Кривцов, В. І. Лебедев та Г. М. Туніков використали латинську назву породи українська степова як *Apis mellifera acervorum*. Таку ж назву українським степовим бджолам дали І. К. Давиденко, Г. Д. Микитенко, С. О. Челак. М. Горніч запропонував свій варіант назви українських бджіл латиною – *Apis mellifera ukrainica* Prok.

(Алпатов, 1948; Давиденко, 1985; Engel, 1999, Горніч, 2000; Кривцов, та ін. 2007; Таран, 2011).

У 1975 році В. О. Губін зауважив, що українські бджоли є одним із найбільш змінених екотипів підвиду *Apis mellifica carnica* за низкою морфологічних ознак і поведінкою (Губин, 1975). У 1977 році він запропонував віднести українських бджіл до підвиду карніка, як п'яту популяцію (поряд з альпійською, карпатською, батанською та македонською) й навіть пропонував надати їй назву *Apis mellifera carnica var. Ucrainica*. Дослідник українських бджіл І. К. Давиденко вважав, що українські та карпатські бджоли мають спільних предків.

Українські бджоли розповсюджені на більшій частині України. Ця порода бджіл схожа з лісовими, але миролюбніша та менш схильні до роїння. Так В. О. Губін, П. О. Губа стверджують, що українські бджоли є одним із найбільш змінених екотипів крайнських (карніка) за низкою морфологічних ознак та поведінкою, і вони належать до цієї породи бджіл. За результатами досліджень І. О. Левченка українські бджоли відрізняються від інших порід за циклами мобілізаційних танців (Левченко, 1976). Результати досліджень багатьох інших авторів свідчать, що за низкою господарсько-корисних і біологічних ознак між українськими і крайнськими та карпатськими бджолами є вірогідна різниця. Останнім часом використовують генетичні аналізи з визначення породної належності бджіл методом ДНК-типування. Треба відзначити встановлення між українськими і карпатськими бджолами чіткої різниці (Гайдар, та ін. 2005; Поліщук та ін., 2005; Метлицька та ін., 2010). Проаналізувавши опубліковані дані можемо зробити висновок, що українські бджоли, які сформувались в конкретних природно-кліматичних умовах, є справді окремим підвидом бджіл.

Бджоли української степової породи мають темне забарвлення тіла, або сіре з незначною жовтуватістю першого черевного тергіта. Маса робочих бджіл у середньому складає – 105 мг, неплідної матки – 180 мг, трутня – 140–160 мг. За довжиною хоботка більшість дослідників допускають коливання в межах 6,1–6,7 мм, із середнім показником – 6,45 мм. Помірно рійливі. Під час підготовки до роїння закладають 15–30 маточників, миролюбні. За гарної кормової бази й правильного догляду – високопродуктивні. Характеризуються високою виживаністю в зимовий період. Добре підтримують санітарно-гігієнічний стан у гнізді.

На жаль, українські бджоли зазнали значної метизації. На пасіках степової й лісостепової зон України зустрічаються помісні сім'ї невідомого походження. Вони менш продуктивні, частіше хворіють, більш схильні до роїння, гірше зимують (Поліщук і Волощук, 2014).

Для збереження місцевих порід бджіл на пасіках України необхідно застосовувати чистопородне розведення. Важливе значення в цьому має добір селекційного матеріалу, організація репродукції чистопородних бджіл, створення внутрішньопородних типів.

8.2.2. Створення внутрішньопородного типу української степової породи бджіл Гадяцький. Роботу по створенню внутрішньопородного типу української степової породи бджіл Гадяцький проведено співробітниками відділу розведення і селекції українських степових бджіл, розвитку кормової бази бджільництва та економіки ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» згідно з затвердженої теми 34.00.01.02. Ф «Дослідити гігієнічну поведінку внутрішньопородного типу українських степових бджіл за різних умов», (№ Держ. реєстрації 0116U001453 2016–2020 рр.) з дотриманням вимог законодавства України, що регламентує такий вид діяльності. Матеріали досліджень та доказова база викладена з використанням термінів та визначенням понять згідно з ДСТУ 2154 – 2003.

Дослідна робота проведена в 2016–2020 рр. у відділі розведення і селекції українських степових бджіл, розвитку кормової бази бджільництва та економіки ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича», який розташований в м. Гадяч Миргородського району та в умовах приватних пасік Полтавської обл.

8.2.3. Умови та схема проведення селекційної роботи. Робота з дослідження та поліпшення рівня гігієнічної поведінки бджіл проводилася за чистопородного розведення з оцінюванням маток за якістю потомства на племінній пасіці відділу розведення і селекції українських степових бджіл, розвитку кормової бази бджільництва та економіки (277 бджолиних сімей) і на приватних пасіках різної форми власності (масив понад 1000 бджолиних сімей) у Миргородському районі (колишньому Гадяцькому районі), Полтавської області з 2011 року.

В результаті багаторічної роботи, враховуючи такі показники, як зимостійкість, розвиток, продуктивність, гігієнічна поведінка, стійкість до захворювань і рійливість, методом індивідуального відбору з оцінювання маток за якістю потомства було відселекціоновано новий внутрішньопородний тип української степової породи бджіл Гадяцький.

Основними вимогами під час його створення були чистопородність, зимостійкість, репродуктивна здатність, розвиток, використання медозбору, медопродуктивність (понад 40–50 кг меду) та гігієнічна поведінка бджіл (рівень видалення зі ста комірок стільника навмисне ушкоджених личинок за 24 год понад 80–95 % на бджолину сім'ю). Відселекціонований внутрішньопородний тип української степової породи бджіл Гадяцький за описом має морфо-біологічні та господарські характеристики, типові для українських степових бджіл, відзначається високим рівнем гігієнічної поведінки, урізноманітнює генотип породи, має вагому цінність як джерело генетичного матеріалу та може бути використаний для її структуризації. Селекційний процес здійснювався згідно зі схемою (рис.8.2).



Рис. 8.2. Схема селекційного процесу зі створення внутрішньопородного типу української степової породи бджіл Гадяцький

Бджолині сім'ї утримували в вуликах-лежаках на рамках 435x300мм. Водночас застосовували звичайні, типові для більшості пасік лісостепової зони, прийоми догляду за бджолами. Щоб забезпечити нормальні умови росту, розвитку й продуктивності сімей бджіл, пасіки підвозили до масивів квітучих ентомофільних рослин. Упродовж усього періоду досліджень накопичували дані щодо оцінення біологічних ознак бджіл.

Відповідно з вирішенням проблеми виявлення спадкових відмінностей у біологічних особливостях гігієнічної здатності окремих сімей, дуже важливо зберегти їхню індивідуальність. Тому зводяться до мінімуму передачі рамок з бджолами та розплодом від одних сімей до інших, попереджаються зльоти та нальоти бджіл, не допускається скупчення вуликів на точках з правильно організованим їхнім розміщенням поблизу добре виражених орієнтирів.

8.2.4. Підбір пасік для селекційно-племінної роботи. Селекція медоносних бджіл супроводжується постійним відбором та підбором бджолиних сімей – носіїв високої медово-воскової продуктивності та інших важливих біологічних ознак, поліпшення яких уможлиблює інтенсифікацію виробництва продукції бджільництва.

Для створення внутрішньопородного типу надзвичайно важливим елементом племінної селекції є підбір пасік для задіявання в робочому процесі. Проводячи роботи для трансформації заводського типу бджіл з поліпшеною гігієнічною поведінкою у внутрішньопородний тип Гадяцький потрібні пасіки підбиралися в Миргородському районі Полтавської області. Вибір зумовлено наявністю тут великої чисельності бджолосімей і тривалістю селекційного процесу, що проводився на цій території з українськими степовими бджолами впродовж 40 років.

За будь-якої форми селекційно-племінної роботи необхідно враховувати медозбірні умови зони розміщення пасік, відношення задіяних бджолиних сімей до типів медозбору, їхню породність та характер біологічних ознак, включно з тими, на поліпшення яких спрямована селекційна робота. Медозбірні умови визначали спостережно-оглядовими методами та дослідженням флороспеціалізації українських степових бджіл в цій зоні (Гречка, 2011; Гречка і Сенчук, 2020).

Під час підбору пасік керувалися принципом відбору й застосування в роботі чистопородних бджіл. Тому з усіх наявних сімей, попередньо обраних пасік, відбирали бджіл для встановлення породної приналежності. Морфологічні дослідження зразків проб екзоскелету бджіл проводили в лабораторії ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича», м. Гадяч. Морфометричні

показники, задля уточнення їхньої чистопородності визначали за прискореним методом оцінки промірів екзоскелету бджіл (Давиденко, та ін., 1984; Боднарчук та ін., 1996; Поліщук та ін., 2009).

За результатами бонітування виділяли бджолині сім'ї, в яких проводили оцінювання інших важливих біологічних ознак (Технологічні вимоги до проведення селекційно-плеємної роботи в галузі бджільництва, 2015). Бджолині сім'ї з кращими показниками використовували для формування вихідної групи.

Господарські показники бджолиних сімей (зимостійкість, розвиток, продуктивність) визначали за загальноприйнятою методикою оцінки основних селекційних ознак бджолиних сімей (Кононенко та ін., 2003; Броварський, 2017).

Надалі у відібраних сім'ях перевірялася здатність бджіл швидко видаляти зі стільників і вулика загиблі личинки, лялечки і дорослі особини (відбір сімей з «гігієнічними» бджолами). Для визначення гігієнічної поведінки застосовували «голковий» тест (Newton D. C., at en, 1975; Холм, С.Н., 1985).

Оцінювання проводили трикратно у наступній послідовності. Ромбовидний шаблон, що точно охоплює 100 комірок, накладали на запечатаний розплід. Вибрану позицію шаблону помічали маркуванням за допомогою фарбування воскових кришечок. Також маркували верхній брусок рамки піддослідного стільника. Потім за допомогою тонкої голки проколювали 100 запечатаних комірок. Вік проколюваних личинок не мав перевищувати стадію «рожевих очей», що перевіряли одночасним відбиранням зразків проб із сусідніх комірок. Стільник після проколювання повертали на місце в сім'ю на 12–24 год. Після цього рахували кількість ще не відкритих і не повністю очищених комірок, визначаючи у відсотках число очищених бджолами та відмічали часову експозицію й якість очищення. Дослідження щодо оцінювання цієї біологічної властивості бджіл виконували в період заміни зимувалих бджіл (кінець квітня – початок травня) (Субота і Григорків, 2014).

Задля продовження існування отриманого відселекціонованого матеріалу бажаної якості треба постійно поглинати й змінювати навколишній матеріал власним відселекціонованим. Обов'язковим є й моніторинг контролю якості сімей з ним. Для цього нами проводилося також обстеження пасік прилеглих територій на предмет породної приналежності бджіл і прояву в них гігієнічних властивостей та господарських показників за викладеними вище матеріалами ідентичних методів згаданих досліджень.

У попередні роки (2011–2015 рр.) на основі українських степових бджіл було відселекціоновано новий заводський тип з підвищеною гігієнічною поведінкою. На пасіці ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» з «найгігієнічніших» бджіл, які стабільно проявляли високий рівень здатності до

активного очищення гнізда та середовища навколо нього, було відібрано 200 бджолосімей.

З метою збереження цього відселекціонованого матеріалу та трансформації його в життєздатну селекційну одиницю – внутрішньопородний тип українських степових бджіл Гадяцький впродовж наступних п'яти років від сімей відселекціонованих генеалогічних груп з поліпшеною гігієнічною поведінкою виводили маток. Матковивідний процес був організований за технологією, розробленою Філіалом Інституту бджільництва імені П. І. Прокоповича УААН, 1989 р. Вона включала використання як сімей материнських, виховательок і батьківських, виділені за характерними екстер'єрними, біологічними та господарсько-корисними ознаками чистопородні бджолині сім'ї, саме від яких і виводили маток та трутнів.

Для гарантії бажаного спаровування маток із трутнями нуклеуси з неплідними матками і батьківські сім'ї були на стаціонарних точках. Виведені матки спаровувалися переважно природним шляхом, деякі – методом інструментального осіменіння.

П'ятдесят плідних маток отриманих на племінній пасіці ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» передали для створення селекційного ядра на підібрану базову пасіку-репродуктор (Ємець Я.) в с. Саранчова Долина.

Основний швидкий, доступний і простий засіб під час створення масивів – репродукція племінних маток і заміна ними помісних, а також створення задля цього потужного трутневого фону.

Після погодження із пасічниками всіх помісних маток пасік, що розміщувалися навколо репродуктора у радіусі до 15 км, замінювали плідними чистопородними бджолиними матками. Однак, через їхню малу кількість, для створення чистопородного масиву використовували також і неплідних чистопородних маток, застосовуючи їхню подвійну заміну. В таких сім'ях вирощували максимальну кількість трутнів і одночасно обмежували вирощування їх там, де маток не заміняли. На наступний рік, як і перший раз, на пасіки знову завозили чистопородних плідних маток української степової породи. Їх знову використовували для заміни минулорічних маток. Чистопородні неплідні матки парувалися з місцевими чистопородними трутнями і давали чистопородне покоління робочих бджіл та трутнів. За подвійної заміни неплідних маток проводили вибракування сімей, які за морфологічними показниками не відповідали стандарту української степової породи. Для впевненості щодо створення максимального насичення значної території чистопородними трутнями і підвищення ймовірності парування маток трутнями

цієї ж української степової породи, цю роботу виконували одночасно з сусідніми пасіками.

Поряд із заміною маток основу створення масивів складає й створення потужного трутневого фону. Домігшись на відповідній території постійної трутневої насиченості українських степових бджіл, можна вплинути на становлення і закріплення бажаних ознак бджіл не тільки на своїй пасіці, а й поглинути кров інших порід на сусідніх пасіках і, в подальшому, й на всьому масиві. Для цього на початку травня (перша декада) в батьківські сім'ї підставляли спочатку стільники з трутневими комірками, а надалі з трутневою вощиною для вирощування в них трутнів. Одержаних самців перевіряли на відповідність породі (Григорків, 2010; Субота і Григорків, 2010; Субота і Григорків, 2015).

8.2.5. Вибір материнських і батьківських бджолиних сімей для виведення маток. Визначення відносної частки наслідуваності ознак, що селекціонуються, уможливорює об'єктивне оцінювання ефективності різних методів відбору бджіл у сім'ї та характеризується мірою спадкового поліпшення кожного нового покоління в порівнянні з попереднім. Щоб установити наслідуваність санації гнізда дочірніми сім'ями бджіл, було застосовано метод однофакторного дисперсійного аналізу.

Успадковуваність характерної властивості медоносних бджіл деяких сімей швидко знаходити й видаляти зі стільників і вулика загиблих личинок, лялечок і дорослих особин можна визначити лише випробувавши їхніх маток за якістю потомства. Для цього за комплексом найважливіших біологічних ознак, виділяли 4–5 кращих бджолиних сімей в якості материнських, 7–10 сімей батьківських і виводили по 20–30 маток-дочок.

Плідних маток підсаджували в рівноцінні бджолині сім'ї і в наступному сезоні знову оцінювали, за згаданою вище методикою, гігієнічну поведінку бджіл, порівнюючи дослідні групи між собою і з іншими сім'ями пасіки.

В кожній групі виявляли та виділяли кращі з бажаними ознаками сім'ї та отримували від них маток-внучок (маток другого покоління). Надалі перевіряли гігієнічну поведінку їхніх бджіл, звертаючи увагу й на інші важливі біологічні ознаки. Якщо бджолині сім'ї не проявляли себе з кращого боку щодо рівня своєї гігієнічної поведінки, їхніх маток вибраковували.

Від найкращих за гігієнічною властивістю сімей виводили маток третього покоління і передавали їх для виробничого випробування на пасіки, які розташовані в с. Саранчова Долина (Ємець Я.), с. Рашівка (Манченко В.), с. Харківці (Григорків П.) та с. Сари (Бузало В.). Ця робота проводилася щорічно

під час відбору материнських і батьківських бджолиних сімей для виведення маток та включала постійний контроль, за вище описаними методиками, чистоти селекційного матеріалу.

8.2.6. Оцінка та підбір пасік для формування внутрішньопородного типу української степової породи бджіл з поліщеною гігієнічною поведінкою. Традиційно селекційний процес розпочинається з розроблення цільового стандарту, який відображає кінцеву мету роботи, характеризує селекційне досягнення, в цьому випадку – внутрішньопородний тип українських степових бджіл.

Цільовий стандарт сформовано в 2011 році, яким користувалися й під час проведення поточних досліджень. Згідно з ним основні показники створюваного типу характерні для сімей українських степових бджіл, які належать до першого класу та класу «еліта», але мають посилену на 15–20% гігієнічну поведінку.

Цільовий стандарт створюваного внутрішньопородного типу українських степових бджіл з підвищеною санітарною здатністю містить наступні показники.

- Медова продуктивність – не менше 50 кг на сім'ю.
- Воскова продуктивність – 8–12 рамок на сім'ю.
- Сила сімей бджіл перед головним медозбором (середина червня) – не менше 18 вуличок (435x300).
- Яйценосність маток – не менше 1800 яєць за добу.
- Зимостійкість – ослаблення не більше ніж на 15 %.
- Мирлюбність – типова для породи.
- Рійливість – типова для породи.
- Показники екстер'єру – типові для породи.
- Санітарно-гігієнічна поведінка – підсилена на 15–20 %.
- Типове видалення ушкодженого розплоду – 90–100 ушкоджених личинок розплоду за 24 год.

Для виділення вихідного селекційного матеріалу на початковому етапі досліджень, за результатами бонітування бджолиних сімей, проведено комплексне оцінювання біологічних ознак бджіл пасіки ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича». Водночас було використано дані обліків, візуальних і лабораторних обстежень, відповідних записів у пасічницьких журналах, що характеризували зимостійкість, розвиток, основну продуктивність та відповідність екстер'єру бджіл.

Безоблітні періоди для бджіл упродовж усього періоду досліджень 2016–2020 рр. дещо різнилися між собою щодо метеорологічних умов. Параметри, що характеризували зимостійкість, визначалися після масового обльоту бджолиних

сімей (відхід бджіл і кількість з'їденого за зиму корму) та під час головної весняної ревізії (кількість розплоду й чистота житла бджіл).

Під час визначення відносного показника збереження бджіл у зимовий період (відхід бджіл) бали розподіляли таким чином: якщо бджіл у сім'ї відійшло менше 15 % нараховували 5 балів, від 15 до 20 % – 4, від 20 до 30 % – 3, від 30 до 50 % – 2, більше 50 % – 1 бал.

Проаналізувавши отримані нами результати відходу бджіл у абсолютних і відносних показниках, зробили висновки, що середній бал у розрахунку на досліджувану сім'ю дорівнює п'яти.

Важливим показником успішності зимівлі вважається також витрата корму за весь її період на вуличку бджіл й не тільки з позиції економії, бо чим менше бджоли споживали корм, тим менше у них навантажувалася середня кишка. У балах кількість корму, спожитого бджолами в безоблітний період, вираховували таким чином, знаючи лімітні значення (1,09–2,31 кг), виконували подальші арифметичні операції:

1) знаходили різницю між найвищим і найнижчим значеннями досліджуваної ознаки:

$$2,3 - 1,1 = 1,2 \text{ (кг);}$$

2) встановлювали розмір класу:

$$1,2 \text{ (кг) : 5 (балів) = 0,2 (кг),}$$

тобто кожному балу відповідає 0,2 кг спожитого бджолами меду;

3) проводили розподіл за класами (табл. 8.3).

Таблиця 8.3. Характеристика витрат корму бджолиними сім'ями

Характер оцінки	Оцінка бджолиних сімей				
	5	4	3	2	1
Бали					
Значення ознаки	дуже гарна зимівля	гарна зимівля	задовільна зимівля	погана зимівля	дуже погана зимівля
Рівень ознаки (витрачено корму на вуличку бджіл, кг)	1,1–1,3	1,4–1,6	1,7–1,9	2,0–2,2	2,3–2,5

Аналіз отриманих результатів (близько чотирьох балів) за витрати корму в середньому на вуличку зимувалих бджіл свідчить про позитивну зимівлю.

Скориставшись кількісними показниками сили в середньому на кожную сім'ю бджіл за схемою (табл. 8.4) нараховували кількість балів.

Таблиця 8.4. Схема нарахування балів залежно від сили бджолиних сімей на день першого весняного обліку

Шкала базових показників	
Сила сімей, вулички	Оцінка, бали
9–12	5
7–8	4
5–6	3
3–4	2
Менше 3-х	1

Узагальнюючи одержані результати, можемо констатувати, що в середньому на бджолину сім'ю кількість нарахованих балів за силу дорівнює 2,5.

Вважати, що сім'ї мають високу зимостійкість можна лише тоді, коли екскрементне навантаження в їхньому кишечнику не переходить критичну точку, після якої бджоли починають спорожнюватися у гнізді. Чистоту гнізд оцінювали відповідно до схеми (табл. 8.5).

Таблиця 8.5. Схема нарахування балів залежно від чистоти гнізд бджолиних сімей піддослідних груп на день першого весняного огляду

Показник	Оцінка (бали)				
	чисто	слабке забруднення (окремі плями екскрементів)	середнє забруднення (декілька десятків плям)	сильне забруднення (всі стільники забруднені екскрементами)	дуже сильне забруднення (всі стільники забруднені екскрементами)
Чистота гнізд	5	4	3	2	1

Оглянувши бджолині сім'ї встановили, що під час безоблітного періоду жодна з відібраних для продовження досліджень не мала слідів забруднення екскрементами, тому за чистоту гнізд було нараховано середній бал, що дорівнював п'яти.

Отримані в результаті підрахунків загальні дані комплексного оцінювання зимостійкості досліджуваних бджолиних сімей зведені в таблиці 8.6.

Як бачимо з аналізу поданих показників, бджолині сім'ї зимували досить по-різному, але в середньому задовільно. Тому, для подальшої роботи, безпосередньо для оцінювання чистопородності, були залишені сім'ї, які в сумі набрали 15 балів, ця кількість не менша за середній показник.

Таблиця 8.6. Загальна характеристика зимостійкості бджолиних сімей пасіки
 ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича»

Послаблення сили сімей (відхід бджіл)				Витрати корму на вуличку бджіл				Сила бджолиних сімей				Чисто та гнізд, бали	Зимостій- кість, бали	
%		бали		кг		бали		вулички		бали			lim	Σ
lim	M±m	lim	X б.с.	lim	M±m	lim	X б.с.	lim	M±m	lim	X б.с.			
0–32,7	14,91 ±0,94	1–5	5	1,07– 2,35	1,81 ±0,04	1–5	3	1–7	3,89 ±0,14	1–3	2	5	8–18	15

Примітка. X б.с. – в середньому на одну бджолину сім'ю.

Оскільки селекційна робота можлива тільки на чистопородному матеріалі, паралельно з оцінюванням зимостійкості, проводилося дослідження на відповідність породі. Водночас керувалися й особливістю бджіл щодо запечатування меду та однорідності забарвлення бджіл. Печатку меду визначали тільки на свіжовідбудованих стільниках.

Найточніше породність бджіл характеризували за показниками промірів екзоскелету бджіл української степової породи. Після першого весняного огляду від 277 бджолиних сімей, які не мали слідів екскрементного забруднення та перезимували задовільно, за загальноприйнятою методикою, було відібрано проби бджіл. Оцінювали чистопородність бджіл за екстер'єрними ознаками (довжина хоботка, кубітальний індекс, дискоїдальне зміщення і форма заднього краю воскових дзеркалец 5-го стерніту).

В результаті лабораторних досліджень встановлено, що бджолині сім'ї базової пасіки ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» відповідають вимогам української степової породи. Вони мають довжину хоботка 6,5–6,7 мм, кубітальний індекс 2,3–2,5 одиниць Гьотце, дискоїдальне зміщення позитивне в 73–87 % випадків та випуклу форму заднього краю воскових дзеркалец 5-го стерніта в 86–100 % вимірювань. Основна перевага цих показників є в тому, що вони менші ніж, кількісні ознаки, які залежать від умов утримання бджіл, менше піддаються сезонній мінливості, легше й точніше визначаються. За порівняно невеликою їхньою кількістю можна доволі точно віднести досліджувану групу бджіл до тієї чи іншої породи. Отриманий результат підтверджує чистопородність української степової породи бджіл на пасіці в цілому й надає право віднести її до племінних. Дані морфометрії бджіл наведені в таблиці 8.7.

Після вибраковування сімей, бджоли яких за показниками екстер'єру не відповідали стандарту української степової породи, було залишено 147 чистопородних бджолиних сімей для подальшого їхнього оцінювання гігієнічної здатності.

Рівень гігієнічної поведінки бджіл визначали методом «голкового» тесту. Для цього в кожній із досліджуваних сімей на стільнику з печатним розплодом штучно пошкодили сотню запечатаних кришечками комірок розплоду і надалі підраховували кількість очищених комірок впродовж 24 годин. Очищені комірки на стільнику видно на рисунку 8.2.

В результаті встановлено, що для українських степових бджіл, як породи, характерним є видалення $76,8 \pm 2,9$ (lim 68–100) ушкоджених личинок за 24 год (табл. 8.8).

Таблиця 8.7. Екстер'єрні ознаки бджіл базової пасіки
 ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича»

Показники	Вихідна група		Селекційна група			
	lim	M±m	Cv, %	lim	M±m	Cv, %
Довжина хоботка, мм	6,46– 6,68	6,66±0,005	1,74	6,50– 6,74	6,63±0,005	1,70
Кубітальний індекс, од. Гьотце	2,27– 2,53	2,46±0,006	5,92	2,42– 2,53	2,49±0,005	4,54
Позитивне дискоїдальне зміщення, % випадків	72,64– 86,62	79,63±2,31	13,62	81,82– 86,44	84,1±4,65	14,20
Вигнута форма нижнього краю воскового дзеркальця 5-го стерніту, % випадків	86,00– 100,00	93,0±1,83	4,8	89,48– 99,80	94,6±1,21	5,6

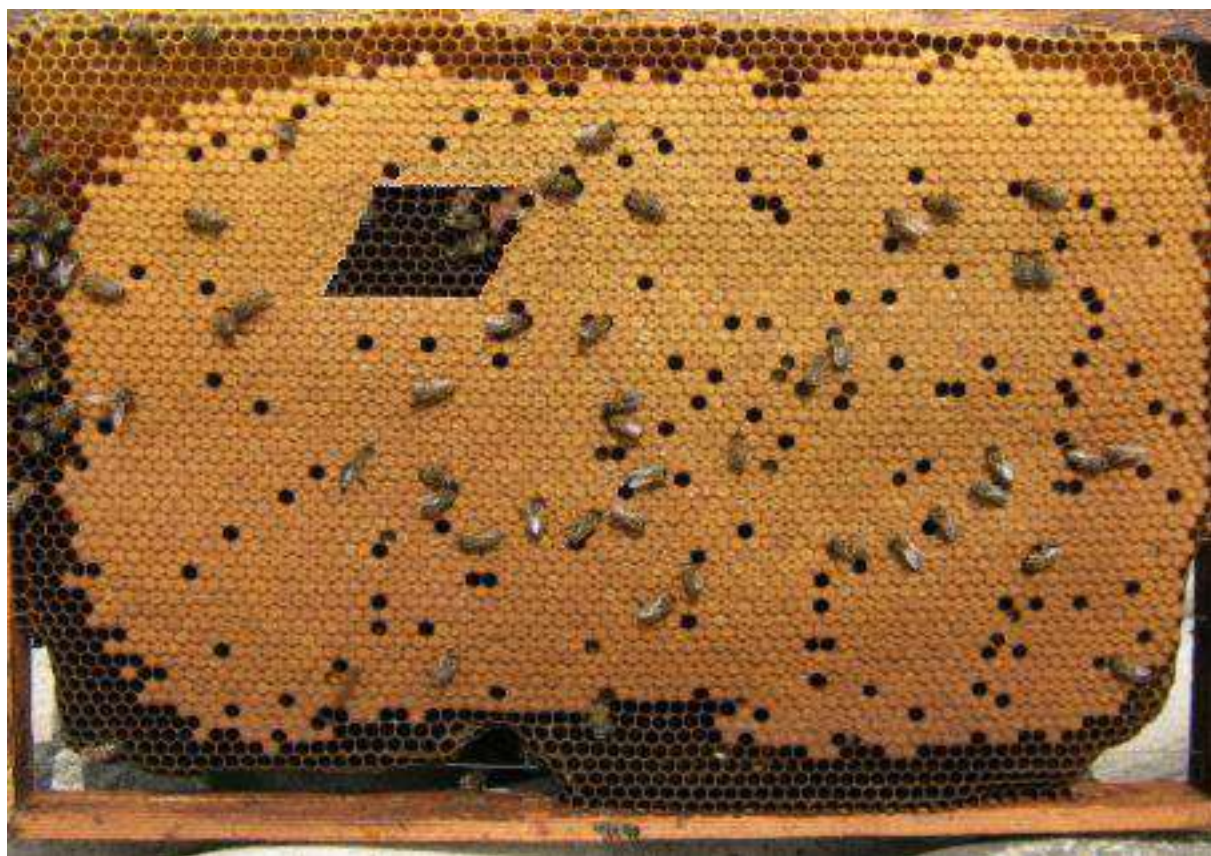


Рис. 8.3. Стан стільника через 24 год після пошкодження розплоду

Таблиця 8.8. Кількість очищених бджолами комірок за 24 год

Група бджолиних сімей	Кількість, шт.					
	n	lim	M±m	Cv, %	td	%
Вихідна	96	68–100	76,8±2,9	15,2	–	100
Селекційна	24	86–100	93,7±2,1	10,9	3,7	122

Саме цей показник був оптимальним у бджіл сімей вихідної групи. Відселекціоновані на поліпшену гігієнічну поведінку бджоли видаляли на 22% більше ушкодженого розплоду. Найінтенсивніше бджоли очищали комірки в перші 12 год (77–78% загиблих личинок). Можливо, цього часового проміжку достатньо для оцінювання гігієнічної поведінки бджолиних сімей (Гречка та ін., 2022). Відсоток частки очищених за різної часової експозиції комірок зображено на рис. 8.4, рис. 8.5.

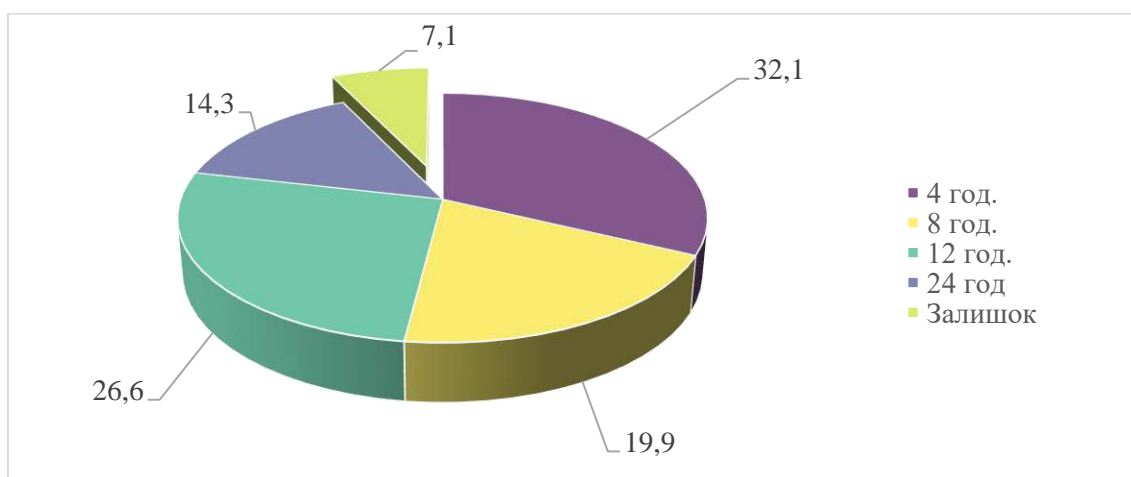


Рис. 8.4. Тривалість санації стільника чистопородними бджолами

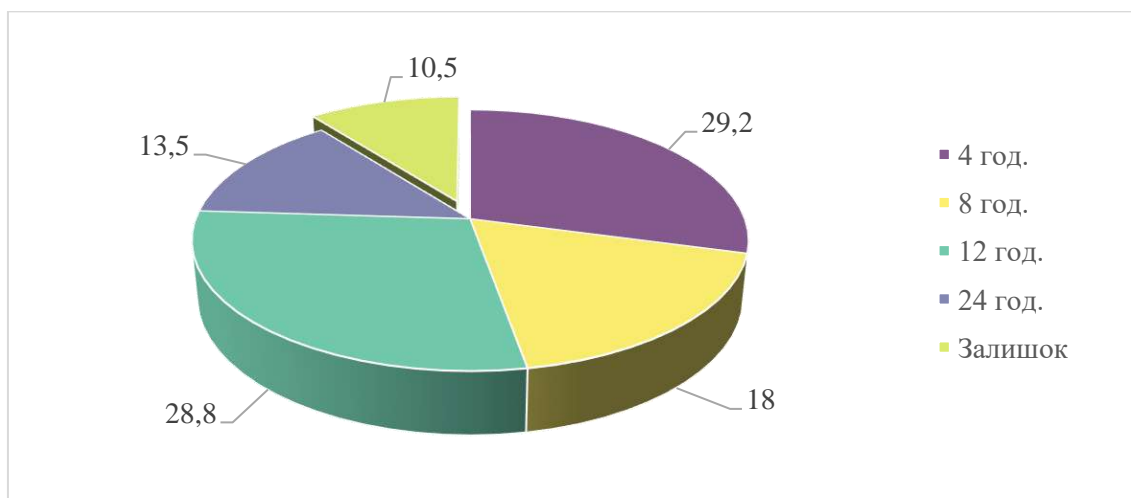


Рис. 8.5. Тривалість санації стільника бджолами місцевих популяцій

Для подальшої роботи з оцінювання гігієнічної поведінки впродовж сезону було виділено селекційну групу в яку ввійшло 24 сім'ї. Вони мали найкращі показники як за швидкістю видалення пошкодженого розплоду, так і за показниками екстер'єру, зимостійкості, розвитку та продуктивності.

Для визначення стану сімей і прогнозування їхнього розвитку та продуктивності використовували показники площі розплоду та кількості зайнятих бджолами стільників. Вони є залежними від яйценосності маток і характеризуються повною динамікою в річному циклі. Дані систематичного обліку числа розплоду в різні періоди сезону залежно від медозбірних умов Лісостепу України наведені в табл. 8.9.

Таблиця 8.9. Кількість розплоду в бджолиних сім'ях базової пасіки, квадрати

Дата	Вихідна група			Селекційна група			Різниця, %
	lim	M±m	Cv, %	lim	M±m	Cv, %	
18.03	6-15	9,28±0,547	25,02	8-18	12,11±0,572***	20,79	30,50
30.03	20-41	32,00±1,263	16,74	30-53	39,74±1,378***	15,12	24,19
11.04	40-73	57,39±2,324	17,18	52-91	69,47±2,165***	13,58	21,05
23.04	66-106	87,83±2,526	12,20	69-129	100,84±3,602**	15,57	14,81
5.05	92-188	126,61±5,718	19,16	108-175	147,95±4,023**	11,85	16,85
17.05	107-198	139,11±5,180	15,80	131-206	160,63±4,602**	12,49	15,47
29.05	114-220	160,56±5,676	15,00	157-271	188,11±6,781**	15,71	17,16
18.07	144-234	191,50±6,021	13,34	229-301	250,58±4,049***	7,04	30,85
14.08	54-130	86,22±5,017	24,68	85-155	123,89±4,547***	16,00	43,69
26.08	39-85	60,17±2,782	19,62	70-131	90,37±3,750***	18,09	50,19
7.09	21-43	32,22±1,322	17,41	29-74	45,68±2,738***	26,13	41,78
19.09	14-39	23,00±1,625	29,97	17-49	29,47±1,869**	27,64	28,13
1.10	2-14	7,89±0,921	49,55	5-26	14,42±1,377	41,63	82,76

Примітка: ** – P > 0,99; *** – P > 0,999

Площу розплоду визначали впродовж усього періоду відтворного процесу в сім'ях бджіл (в нашому випадку він тривав понад шість місяців).

Зміни кількості розплоду підпорядковані загальним закономірностям річного циклу розвитку бджолої сім'ї, пов'язані з умовами клімату й типів медозбору. Вирощування бджолами більшої кількості розплоду значно збільшує темп їхнього розвитку, вони швидко набирають силу. Силу бджолиних сімей наведено в табл. 8.10.

Таблиця 8.10. Характеристика сили бджолиних сімей базової пасіки, вулички

Дата визначення показника	Вихідна група			Селекційна група			Різниця, %
	lim	M±m	Cv, %	lim	M±m	Cv, %	
19.03	1,1-7,4	5,4 ±0,39	32,026	2,4-7,7	6,6 ±0,81*	22,484	22,0
28.05	12-16	14,7 ±0,27	7,658	16-20	19,1 ±0,75***	7,101	29,4
18.07	16-20	18,5 ±0,22	4,992	19-20	20,00 ±0,13***	1,150	7,8
26.08	10-13	11,5 ±0,18	6,834	10-14	12,2 ±0,83	12,342	5,7

Примітка: * – P > 0,95; *** – P > 0,999

Практичне значення переваги сильних сімей полягає в тому, що від них одержують більше меду, а в разі недостатніх ресурсів нектару навесні – додатково реалізують бджіл у вигляді відводків (пакетів). Така властивість бджолиних сімей української степової породи посилює її господарську цінність в умовах комплексного виробничого напрямку, характерного для сучасного розвитку галузі.

Кількість зібраного бджолами меду є основним показником переваги сімей з оцінювання їхніх продуктивних якостей. Нами проведений попередній аналіз медозбірних умов базової пасіки на основі власних спостережень щодо видового складу рослин, строків їхнього цвітіння та типів медозборів. Виділено групу медоносних рослин ранньовесняного періоду, які забезпечують невеликий взяток для розвитку сімей під час нарощування бджіл до періоду збору товарного меду з білої акації. Бджолині сім'ї добре розвиваються й накопичують багато комах для використання першого медозбору. У сприятливі роки з білої акації отримують до 20 кг товарного меду на бджолину сім'ю. Проте три роки поспіль через складні погодні умови в нашій зоні товарного меду з акації не одержували.

Другий збір товарного меду за сприятливих погодних умов припадає на середину червня і забезпечується цвітінням літнього різнотрав'я, липи, гречки. Мінливість його за роками і районами Лісостепу дуже залежна від поширення лучних медоносів (буркун, будяк, синяк тощо) і зволоження ґрунту. Найбільший запас створюється в період цвітіння соняшнику.

Відповідно до такого розподілу фенології цвітіння медоносів у нашій зоні під час дослідів було проведено облік викачаного меду дворазового збору різної

величини. Отримані результати медозбору з різнотрав'я оброблені біометрично й подані в таблиці 8.11.

Таблиця 8.11. Медова продуктивність бджолиних сімей на медозборі з різнотрав'я, кг

Показник	Вихідна група	Селекційна група
lim	5,50–11,10	6,90–14,00
M±m	8,31±0,383	10,27±0,434**
Cv, %	19,56	18,41
Різниця, %		23,58

Примітка: ** – P > 0,99

Нині в Лісостепу України значну частину посівних площ землі займає соняшник. Він цвіте впродовж 1,5 місяці і за сприятливої погоди забезпечує добрий медозбір. Показники медової продуктивності бджолиних сімей на взятку з соняшнику наведені в табл. 8.12.

Таблиця 8.12. Медова продуктивність бджолиних сімей на медозборі з соняшнику, кг

Показник	Вихідна група	Селекційна група
lim	20,60–39,50	34,30–56,40
M±m	31,63±1,075	46,15±1,347***
Cv,%	14,42	12,72
Різниця, %		45,91

Примітка: *** – P > 0,999

Аналізуючи дані таблиць, бачимо, що коефіцієнт варіювання показників є незначним. Це свідчить про повний прояв бджолами біологічного потенціалу використання цих типів медозбору.

Останні роки метеорологічні умови не сприяють інтенсифікації одержання меду від бджіл. Валова медопродуктивність в середньому на сім'ю становить 44±0,81 кг. Показник не надто високий, проте в межах загальної вибірки пасіки (277 сімей) виділені бджолині сім'ї за продуктивністю на 25,5 % переважають середні пасічні показники. Відбудова стільників бджолами української степової породи з підвищеною гігієнічною поведінкою становить 15,9±0,19 в середньому на сім'ю (майже на 34 % більше від середнього пасічного показника).

Підібрана для виведення маток і розмноження бджіл з підвищеною гігієнічною поведінкою (відселекціонованого матеріалу) пасіка (Ємець Я.) в селі Саранчова Долина Миргородського району Полтавської області налічує 200 бджолиних сімей і має невеликий нуклеусний парк, який планується розширити.

На цю пасіку для створення селекційного ядра було передано п'ятдесят бджолиних маток. Разом з оцінюванням матеріальної бази згаданої пасіки, проводилося вивчення породовизначальних ознак бджіл. Це дає можливість відслідкувати динаміку екстер'єрних ознак бджіл селекційної пасіки, оцінити ефективність роботи зі створення внутрішньопородного типу. Результати дослідження екстер'єрних показників відібраних від бджолиних сімей цієї пасіки зразків проб бджіл подані в табл. 8.13

Таблиця 8.13. Екстер'єрні ознаки бджіл базової пасіки

Показник	M± m	lim	Cv
Кубітальний індекс, од.Гьотце	2,2±0,52	2,0–2,5	8,25
Вигнута форма нижнього краю воскового дзеркальця 5-го стерніту, % випадків	94,7±2,08	80,9-100,0	6,97
Дискоїдальне зміщення, % позитивних випадків	+	0	-
	78,3±3,16	11,8±3,12	9,8±2,75

Отже, середні показники кубітального індексу бджіл цієї пасіки відповідають вимогам стандарту для української степової породи бджіл, яка є аборигенною для зазначеної місцевості. Дослідження нижнього краю воскового дзеркальця 5-го стерніту показало, що середнє значення його показника знаходиться в межах вимог породи, але три сім'ї мали 100% вигнуту форму, що є характерним для карпатських бджіл. Аналогічна ситуація і з показником дискоїдального зміщення. Для українських бджіл характерно мати не менше 65% позитивних випадків і не більше 5-11% негативних, але у трьох сім'ях отримані результати дискоїдального зміщення не відповідали цим вимогам. Такі сім'ї були вибракувані. Візуальне обстеження робочих бджіл досліджуваної пасіки показало наявність незначної жовтизни на тергітах.

Визначенням рівня санітарно-гігієнічної поведінки встановлено, що за 24 години бджоли видаляли з комірок від 64 до 92 штучно ушкоджених личинок. Узагальнюючи отримані дані встановлено, що 76% сімей пасіки-репродуктора відповідають вимогам української степової породи.

Задля продовження часу існування відселекціонованого матеріалу та створення масиву чистопородних бджіл створюваного типу обстежено пасіки прилеглих до репродуктора територій на предмет їхньої породної приналежності та прояву в них гігієнічних властивостей.

Дослідженню підлягало 1040 бджолиних сімей (табл. 8.14).

Таблиця 8.14. Екстер'єрні ознаки бджіл пасік прилеглих до племінної пасіки територій

Пасіка	Кубітальний індекс, од.Гьотце		Дискоїдальне зміщення, % випадків						Вигнута форма нижнього краю воскового дзеркальця 5-го стерніту, % випадків	
	M± m	Cv, %	+		0		-		M± m	Cv, %
			M± m	Cv, %	M± m	Cv, %	M± m	Cv, %		
№1	2,3±0,06	8,2	64,7±6,97	35,7	10,7±2,48	77,2	24,5±5,82	78,7	95,1±1,86	6,5
№2	2,3±0,31	7,7	65,6±3,28	28,3	18,9±2,02	60,5	16,1±2,49	87,9	95,9±1,21	7,2
№3	2,2±0,06	8,9	73,9±5,86	26,3	12,4±2,54	67,9	11,3±3,87	11,3	98,7±0,87	2,9
№4	2,4±0,04	8,3	79,6±2,31	13,6	10,6±1,71	75,5	9,76±1,57	75,3	97,1±1,77	8,6
№5	2,2±0,28	6,1	75,3±3,86	24,6	10,4±1,86	85,9	14,4±2,81	93,7	94,1±1,49	7,6
№6	2,3±0,39	7,6	65,7±4,65	30,8	16,5±2,14	56,6	17,8±3,47	84,7	94,6±1,21	5,6
№7	2,1±0,05	5,3	84,1±4,65	13,6	10,3±3,58	85,4	5,6±3,05	133,5	93,0±1,83	4,8
№8	2,3±0,51	9,36	63,4±5,52	35,9	16,6±2,18	54,3	19,9±3,71	76,8	95,5±2,25	9,7
№9	2,3±0,02	6,8	69,7±1,98	23,3	15,5±1,05	55,6	14,9±1,62	88,6	95,3±0,75	6,5
№10	2,4±0,04	10,5	63,4±3,15	28,1	23,1±2,23	54,6	13,5±1,67	70,2	94,4±1,01	6,0
№11	2,3±0,03	6,5	72,3±3,64	24,1	15,2±2,27	71,6	12,4±2,09	81,1	94,3±1,49	7,6

В радіусі 10 км від пасіки-репродуктора додатково було обстежено бджіл пасік: села Рашівка одна приватна пасіка (№1 Манченко В. 80 б/с), села Харківці – дві (№2 Григорків П. Є. – 110 б/с., №3 Лабаш С. Д. – 50 б/с.), села Сари – три (№4 Гринь І. В.-150 б/с., №5 Оніщенко О. І. – 100 б/с., №6 Бузало В. М. – 60 б/с.). Решта пасік знаходяться більш віддалено (до 20 км). №7 Шамро М. О. (150 б/с), №8 Білич А. Ю. (150 б/с.), №9 Понюк Б. Я. (13 б/с), №10 Коломієць І. І. (50 б/с.) та пасіки №11 ННЦ «ІБдж. імені П. І. Прокоповича» (277 б/с).

Аналізуючи отримані дані, треба зазначити, що кубітальний індекс у бджіл обстежених пасік повністю відповідає вимогам української степової породи (типовий 2,1–2,4). Коефіцієнт варіації цієї ознаки є в межах 5,3–10,5 %, тобто показник досить стабільний. Кількість позитивних значень дискоїдального зміщення у бджіл на пасіках № 8 і 10 становить 63,4 % за 19,9 та 13,5 % негативних, що не відповідає нормі. Решта пасік, 78 % обстежених, мають бджіл, які за цим проміром екзоскелету відповідають стандарту породи. Відсоток випадків вигнутої форми нижнього краю воскового дзеркальця 5-го стерніту на 3–9 % перевищує норму, тобто спостерігається незначне підвищення цього показника, що є характерним для карпатських бджіл. Матки у цих сім'ях підлягали заміні.

Статистично опрацьовані результати дослідження гігієнічних ознак робочих особин з прилеглих пасік до репродуктора подані у табл. 8.15.

Таблиця 8.13. Гігієнічні властивості бджіл створеного масиву за кількістюочищених комірок стільника

Пасіка	$M \pm m$	lim	$C_v, \%$
№1	79,0±4,12	63–90	12,8
№2	77,2±3,71	65–90	11,8
№3	75,8±4,25	60–90	14,8
№4	82,5±2,87	74–92	8,5
№5	84,8±2,14	76–90	6,17

Дослідження гігієнічної поведінки виявило, що за 24 години бджоли видаляли від 60 до 92% ушкоджених личинок. Ці результати були використані для порівняння під час встановлення ступеня стабілізації гігієнічної поведінки бджіл на пасіках, розміщених у зоні створеного масиву.

8.2.7. Порівняльне оцінювання якості бджіл від маток різних поколінь генеалогічних груп для підтримання племінного ядра. В результаті тривалої селекційно-племінної роботи виділено родоначальниці №51, 61 та 58. Вони й були основою під час подальшої селекції, тобто в селекційних дослідженнях використовувались виділені кращі материнські сім'ї.

Вони характеризувалися високою гігієнічною поведінкою (видалення за 24 год 99,2 % штучно ушкоджених личинок), хорошою зимостійкістю (ослаблення до 20 %, витрата корму 1,8–1,9 кг на вуличку бджіл) та силою (перед головним медозбором понад 14 вуличок). Їхня медопродуктивність була 30,5–40,1 кг. Від них виводили маток для підтримки племінного ядра (Григорків, 2018). Схема генеалогічних груп подана на рис. 8.6–8.8.

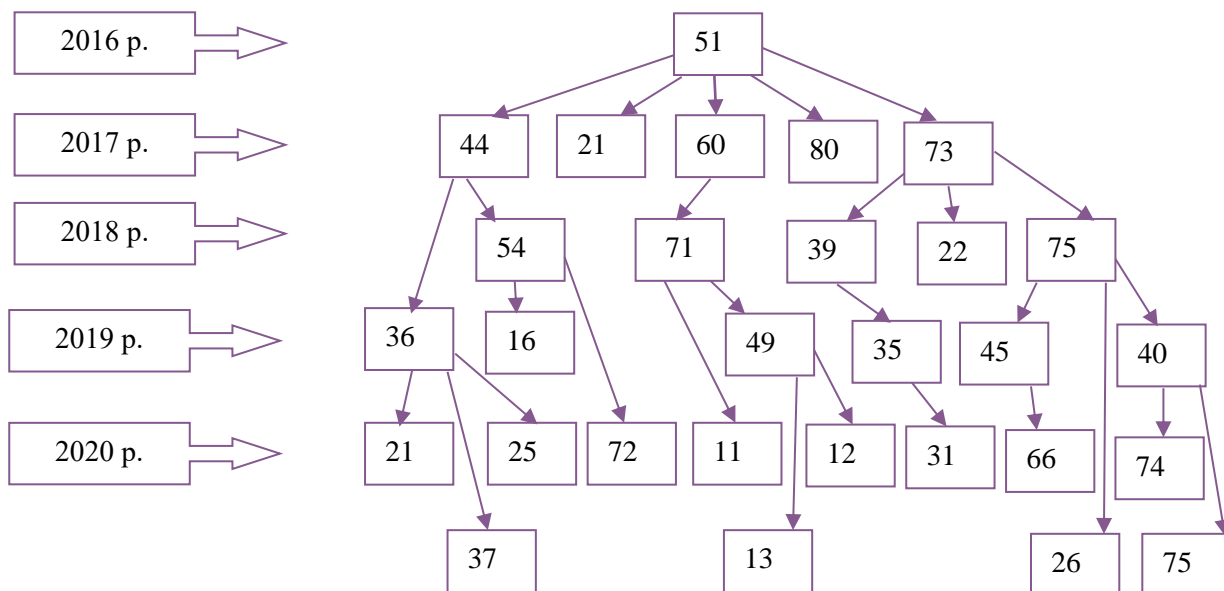


Рис. 8.6. Генеалогічна група від родоначальниці № 51.

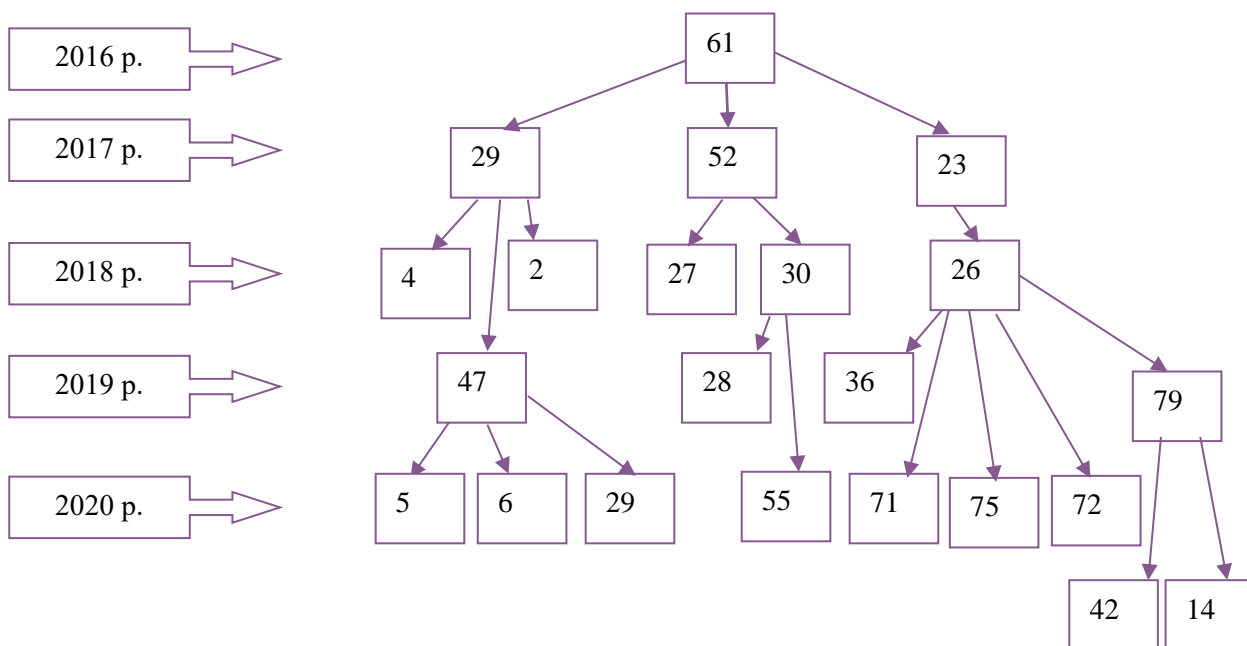


Рис. 8.7. Генеалогічна група від родоначальниці № 61.

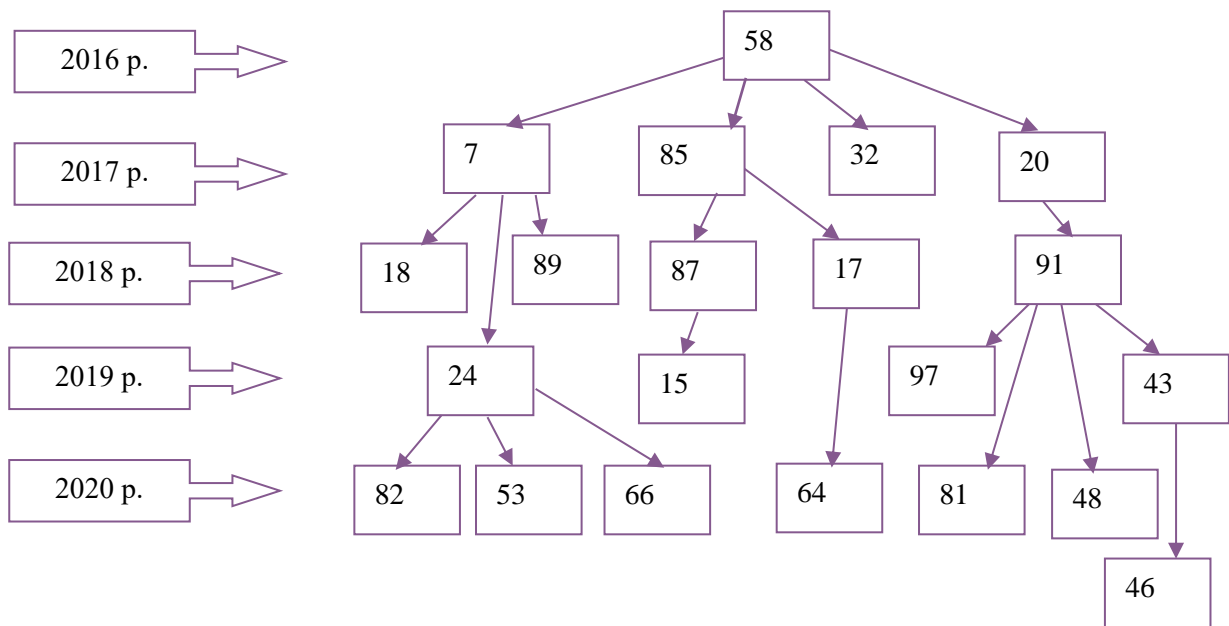


Рис. 8.8. Генеалогічна група від родоначальниці № 58.

Від виділених сімей на матковивідній пасіці ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» отримано 860 плідних бджолиних маток. З них 620 використано для заміни на власних пасіках, решту передано для заміни задля забезпечення чистопородності та реалізовано пасічникам, чиї пасіки є в межах створення внутрішньопородного типу українських степових бджіл з підвищеними гігієнічними властивостями.

Добре відомо, що якість плідних маток залежить від числа і фізичного розвитку трутнів, що спарувалися з ними. Як батьківські сім'ї, так і сім'ї-виховательки мали силу від 14 до 18 вуличок. У літній період батьківська сім'я виводить від 1000 до 3000 трутнів (Субота, Григорків, 2015). З метою створення потужного трутневого бар'єру самців вирощували практично всі сім'ї матковивідної пасіки. За звичайних умов на 50–60 маткомісць необхідно одну батьківську сім'ю. Інтенсивне вирощування трутнів розпочинали з першої декади травня і тривало воно до завершення матковивідного сезону. Водночас періодично контролювали породність виведених самців.

Аналізуючи важливі для нас біологічні ознаки сімей з матками різних поколінь, визначали чистопородність бджіл трьох генеалогічних груп від кращих сімей – родоначальниць № 51, № 61 та № 58. Обстеження екстер'єрних ознак бджіл підтвердило їхню відповідність українській степовій породі на 78%.

Оцінюючи якість бджіл від маток першого (F 1) та другого (F 2) поколінь істотної різниці між показниками не виявлено. За екстер'єром вони на 72% відповідали вимогам української степової породи. Рівень гігієнічної поведінки

бджіл, що характеризувався співвідношенням числа видаленого ними штучно ушкодженого розплоду на стільнику за 24 год був у межах 82–90 %.

Ймовірно не різнилися між I та II поколіннями бджіл і показники їхньої зимостійкості, розвитку та продуктивності.

Однак, результати досліджуваних показників у бджіл наступних поколінь дещо різнилися. Перші прояви мінливості визначені під час визначення промірів екзоскелету бджіл. В окремих сім'ях коефіцієнт варіації однієї з найстабільніших ознак екстер'єру бджіл, кубітального індексу, перевищує 20 % (рис. 8.9–8.10).

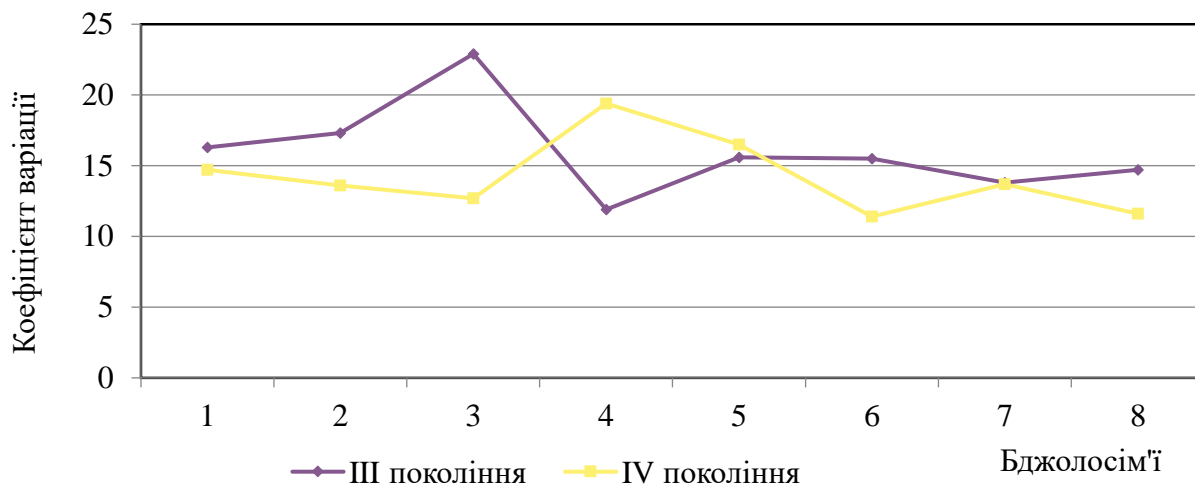


Рис. 8.9. Мінливість коефіцієнту варіації кубітального індексу генеалогічної групи № 61

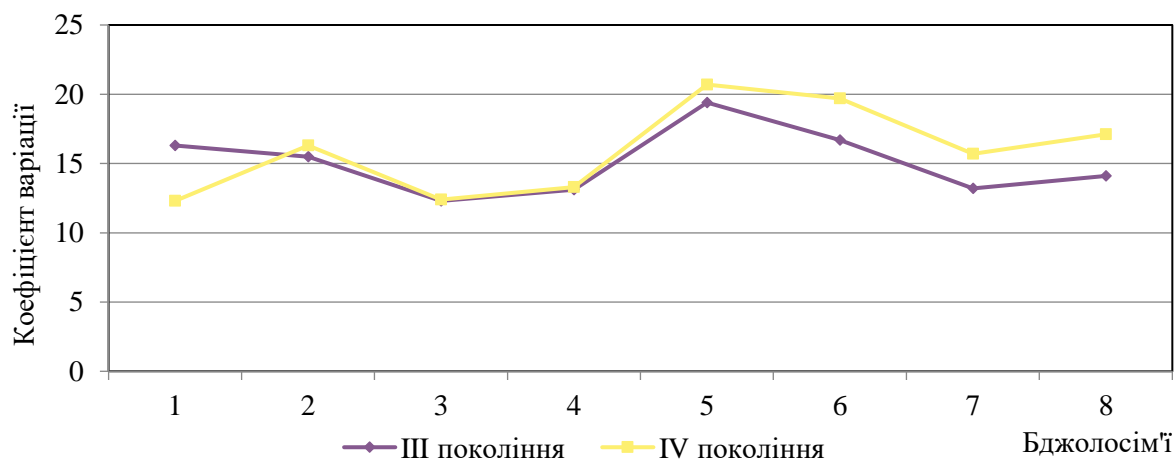


Рис. 8.10. Мінливість коефіцієнту варіації кубітального індексу генеалогічної групи №51

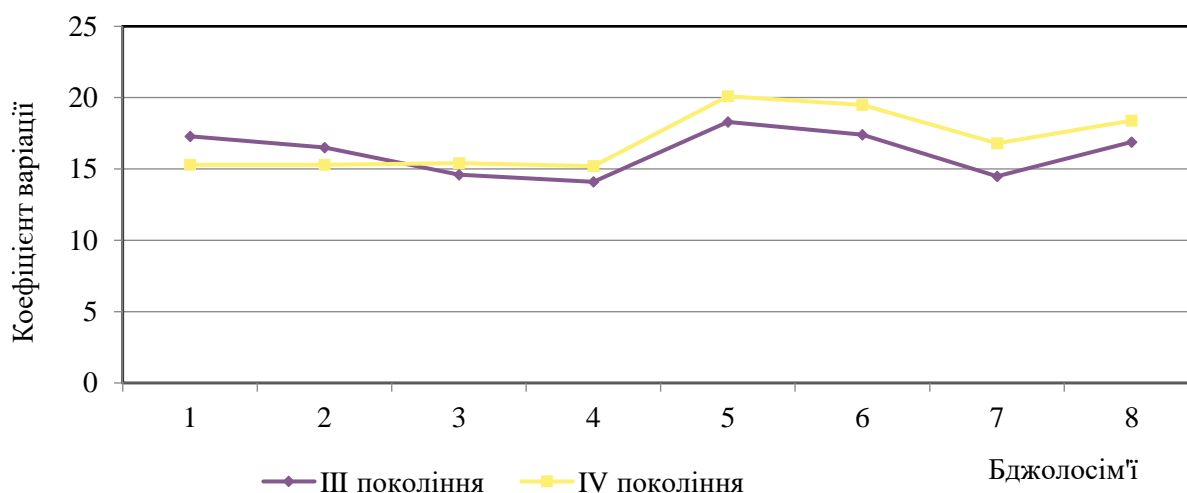


Рис. 8.11. Мінливість коефіцієнту варіації кубітального індексу генеалогічної групи № 58

Мінливість коефіцієнту варіації кубітального індексу кожної сім'ї в третьому поколінні генеалогічної групи №61 (lim 11,9–22,9), (рис. 8.9) більша, ніж у четвертому поколінні (lim 11,6–19,4). В генеалогічних групах з родоначальницями № 51 та № 58 (рис. 8.10 та 8.11) навпаки, менша в третьому поколінні (lim 12,3–19,4 та lim 14,1–18,3), ніж у четвертому (lim 12,3–20,7 та lim 15,2–20,1), хоч у всіх випадках коефіцієнт варіації кубітального індексу в цілому становить 11–23%. Суттєвої різниці між генеалогічними групами немає.

В таблиці 8.14 наведено результати морфометричних досліджень кубітального індексу.

Таблиця 8.14. Кубітальний індекс бджіл III I IV поколінь різних генеалогічних груп (одиниць Гьотце)

№ родоначальниці	Покоління	M±m	lim	Cv, %	td
51	III	2,24±0,05	2,01 – 2,44	6,70	
	IV	2,29±0,05	1,99 – 2,43	6,50	0,68
61	III	2,22±0,04	2,05 – 2,37	5,66	
	IV	2,19±0,05	2,0 – 2,43	6,87	0,39
58	III	2,21±0,04	2,02 – 2,41	5,87	
	IV	2,18±0,05	2,05 – 2,39	6,23	0,42

Ознака кубітального індексу у бджіл різних генеалогічних груп залишається досить стабільною і є в межах типових параметрів української степової породи. Підтвердженням цього є коефіцієнт варіації середнього показника за групами.

Збереження бджіл у зимовий період характеризувалося підвищеними показниками ослаблення і витрат корму. Ослаблення сімей бджіл було в межах 18–19%. За кількістю витраченого корму вуличкою зимуючих бджіл (1,8–1,9 кг) різниця недостовірна як між сім'ями різних поколінь, так і між генеалогічними групами. Причина цього полягає в аномальних температурах (0... +8°C) до середини січня. Така температура сприяла появі розплоду вже у грудні, а не в кінці січня, чи на початку лютого. Незважаючи на це, всі сім'ї зимували добре, без втрат.

Показники кількості розплоду та сили перед головним медозбором мають досить великі коефіцієнти варіації у всіх досліджуваних групах. Але достовірної різниці між ними немає. Посуха у травні та червні призвела до нестачі нектару в природі. Обмеження в кормах спричинило різке відставання розвитку бджолиних сімей. На кінець червня – початок липня середня сила сімей становила 12,8–14,8 вуличок, а їхня валова медопродуктивність за сезон – 31–41 кг (табл. 8.16).

Результати досліджень гігієнічної поведінки бджолосімей III і IV поколінь двох генеалогічних груп подано в табл. 8.15. Рівень гігієнічної поведінки визначали задля встановлення міри успадкування цієї ознаки в IV поколінні.

Таблиця 8.15. Гігієнічні властивості бджолосімей різних генеалогічних груп за кількістю очищених комірок стільника (шт.)

№ родоначальниць	Покоління	M±m	lim	Cv
51	III	95,44 ±0,91	93,0 – 98,1	2,14
	IV	92,80±1,72	88,0 – 97,1	4,16
61	III	94,70±1,08	91,4 – 97,1	2,50
	IV	92,40±1,40	88,0 – 96,1	3,30
58	III	93,45±0,89	87,9 – 96,7	3,25
	IV	93,70±1,06	91,0 – 97,3	2,93

У генеалогічних групах гігієнічні властивості бджіл є майже на одному рівні. Водночас, вони досить стабільно передаються з покоління в покоління.

Таблиця 8.16. Господарські ознаки бджолосімей різних генеалогічних груп

Покоління		№ родоначальниць					
		51		61		58	
		III	IV	III	IV	III	IV
Ослаблення за зиму, %		17,50	19,20	18,30	19,30	17,2	17,5
Витрати корму за зиму на 1 вуличку, кг	M±m	1,90±0,04	1,90±0,07	1,75±0,06	1,85±0,08	1,68±0,03	1,72±0,05
	Cv, %	4,20	7,44	7,30	9,30	4,50	4,93
	td		0		0,92		0,67
К-сть розплоду, кв.	M±m	156,75±28,30	131,25±23,94	125,50±13,94	138,50±22,65	118,5±12,45	124,75±16,56
	Cv, %	36,10	36,49	22,2	32,72	20,3	21,9
	td		0,69		0,48		0,43
Сила перед головним медозбором, вуличок	M±m	12,75±1,25	13,25±0,85	13,75±0,85	13,0±0,81	11,76±0,58	12,55±0,83
	Cv, %	19,6	12,8	12,4	12,5	15,3	16,7
	td		0,3		0,63		0,5
Медопродуктивність, кг	M±m	35,70±3,94	33,75±5,15	30,5±3,16	40,50±7,36	32,40±4,75	36,5±5,25
	Cv, %	22,07	30,54	21,08	36,37	20,53	31,69
	td		0,3		1,3		0,5

Бджоли материнських сімей I–IV покоління за 24 год вичищали в середньому відповідно 93,3; 93,7; 95,4; 92,8 комірок. Результат спостережень упродовж усіх етапів досліджень є стабільним.

Ступінь різноманітності ознаки (коефіцієнт варіації) у бджіл материнських сімей III покоління з родоначальницями № 51, № 61 і № 58 становив 2,14, 2,56 і 3,25 %, а у IV поколінні відповідно 4,16, 3,38 і 2,9 %, що свідчить про консолідованість і стабільність показника гігієнічних властивостей в обох поколіннях.

Одержаний показник (h^2) успадковування цієї ознаки бджолами генеалогічної групи від родоначальниці № 51 становив – 0,46, від родоначальниці № 61 – 0,18, від родоначальниці № 58 – 0,23. Це свідчить про те, що матки-дочки успадкували біологічну ознаку до санації розплідного гнізда від материнських сімей на 46, 18 і 23 %.

Як бачимо, коефіцієнт успадковування вищий в генеалогічній групі з родоначальницею №51, але зважаючи на стабільність високого рівня показників видалення пошкодженого розплоду бджолами з матками материнських сімей чотирьох поколінь в генеалогічній групі № 61, можна зробити висновок, що ця ознака майже досягла свого максимуму і тому селекційний поступ тепер буде повільно змінюватись. Аналогічно, як і в генеалогічній групі № 58.

Виконуючи дану селекційно-племінну роботу, отримано консолідовану групу з 200 бджолиних сімей, які характеризуються високою гігієнічною поведінкою (>90 % видалення ушкоджених личинок), зимостійкістю (ослаблення до 20 %, витрата корму 1,8–1,9 кг на вуличку бджіл) та силою перед головним медозбором понад 14 вуличок. Їхня медопродуктивність становить 31–41 кг.

8.2.8. Оцінювання впливу переданого господарствам селекційного матеріалу на прояв гігієнічної поведінки бджолиних сімей та їхньої продуктивності. В процесі проведення досліджень на першому етапі встановлено, що для українських степових бджіл, як породи, характерним є видалення за 24 год $76,8 \pm 2,9$ ушкоджених личинок. Бджоли починали видаляти штучно ушкоджених личинок фактично відразу після їхньої загибелі й за 18 год очищали від 18 до 93 % комірок.

Виділені для подальшої селекційної роботи сім'ї за 24 год в середньому вичищали $93,7 \pm 2,1$ комірок від ушкодженого розплоду.

Нами встановлено вплив переданого відселекціонованого матеріалу на поліпшення цієї ознаки у сім'ях бджіл навколишніх пасік (табл. 8.17).

Таблиця 8.17. Вплив переданого господарствам селекційного матеріалу на прояв гігієнічної поведінки бджолиних сімей за кількістю видаленого ушкодженого розплоду, шт.

Базова пасіка	2016		2018		2020	
	M± m	Cv,%	M± m	Cv,%	M± m	Cv,%
с. Саранчова Долина (Ємець Я.)	79,0±4,12	12,8	92,2±1,78	4,29	92,8±1,59	3,84
с. Рашівка (Манченко В.)	77,2±3,71	11,8	91,4±1,80	4,42	92,0±1,52	3,68
с. Харківці (Григорків П.)	75,8±4,25	14,8	93,2±1,71	4,41	93,4±1,70	4,11
с. Сари (Бузало В.)	84,8±2,14	6,2	88,4±2,40	6,07	90,8±1,70	4,36

Рівень гігієнічної поведінки покращився на 7–23 %. Разом з цим, отримали підставу стверджувати її стабільність гігієнічної поведінки та консолідацію на тлі інших важливих господарських властивостей. Отже, початок і час видалення штучно ушкоджених личинок свідчать про правильне спрямування селекційно-племінної роботи та доцільність ротації відселекціонованого матеріалу українських степових бджіл з поліпшеною гігієнічною поведінкою в сім'ї прилеглих сусідніх пасік і про позитивний його вплив на поліпшення гігієнічних властивостей українських степових бджіл із інтродукованими матками такої селекції. Вплив переданого господарствам селекційного матеріалу на прояв господарських ознак бджолиних сімей прилеглих пасік подано в табл. 8.18.

Таблиця 8.18. Вплив переданого господарствам селекційного матеріалу на прояв господарських ознак бджолосімей (M±m)

Показники	с. Саранчова Долина (Ємець Я.)	с. Рашівка (Манченко В.)	с. Харківці (Григорків П.)	с. Сари (Бузало В.)
Ослаблення за зиму, %	13,6±4,20	12,3±0,33	14,9±2,21	12,8±0,87
Витрати корму за зиму на 1 вуличку, кг	1,90±0,04	1,7±0,09	1,85±0,08	1,6±0,07
Кількість розплоду, кв.	155,90±11,4 5	131,4±10,36	128,8±11,00	121,0±12,8
Сила перед головним медозбором, вуличок	17,3±0,88	17,0±0,58	15,60±1,45	15,0±0,60
Медопродуктивність, кг	50,0±4,36	44,80±0,81	34,3±2,03	35,70±3,94

Інтродуковані у бджолині сім'ї матки з господарського боку проявили себе як покращувачки. Вони виявилися досить зимостійкими. Ослаблення за зиму їхніх сімей становило 12–15%. Незначними були і витрати корму на вуличку бджіл у ході їхньої зимівлі. Відповідно з цим, наростивши оптимальну кількість бджіл, сім'ї ефективно використали медозбір. У такий спосіб, ротація на пасіки інших господарств селекційного матеріалу у вигляді плідних маток створюваного типу виявилася доцільною, що проявилось позитивно на показниках основних біологічних ознак, зокрема на гігієнічній поведінці, зимостійкості, розвитку та продуктивності бджолиних сімей з інтродукованими в них селективними матками.

8.2.9. Контроль стабілізації гігієнічної поведінки та характерних ознак породи в бджіл на підібраних пасіках. Стабільність якісного потенціалу рівня гігієнічної поведінки та характерних ознак породи бджіл від маток різних поколінь забезпечували в створених умовах спаровування маток на спільному просторі чистопородних трутнів, через відбір і розмноження поліпшувальних бджолиних сімей різних генеалогічних груп у напівзакритій популяції впродовж декількох років. Відбір сімей за генеалогією від кращих родоначальниць груп і водночас вибраковування тих, що неповною мірою відповідали вимогам стандарту, сприяло консолідації ознак внутрішньопородного типу за результатами їхнього комплексного оцінювання.

У процесі виконання селекційно-плеємної роботи виникла гостра необхідність у налагодженні виробництва чистопородного матеріалу і постійного контролю породної приналежності бджіл на сусідніх пасіках, які створюють, так звану охоронну, буферну зону навколо плеємної пасіки. Через особливості парування і розмноження бджіл, потрібно також проводити постійний моніторинг прояву біологічних ознак у бджолосім'ях створюваного типу. Оскільки за основу бралися бджоли з поліпшеною гігієнічною поведінкою, то на характер її у відібраних сімей звертали особливу увагу.

Контроль стабілізації гігієнічної поведінки та характерних ознак породи у бджіл на підібраних пасіках проводили задля уточнення можливості використання для репродукції кращих за бажаними ознаками бджолиних сімей для формування генеалогічних груп.

В процесі виконання досліджень встановлено, що бджоли поліпшуваних сімей швидко розпізнавали робочий об'єкт із відміченою на стільнику площиною штучно пошкодженого розплоду, починали видаляти його фактично відразу після загибелі і за 18 годин очищали від 91 до 95% комірок.

Рівень гігієнічних властивостей бджіл наведено в табл. 8.19. Треба відмітити, що ступінь різноманітності ознаки (коефіцієнт варіації) у бджіл нижчий за 15 %. Це свідчить про консолідованість і стабільність показника гігієнічних властивостей.

Оскільки ефективна селекційна робота можлива тільки на чистопородному матеріалі, то робота по насиченню пасік (базових та прилеглих) матками і трутнями селекційних груп впродовж всього періоду супроводжувалася визначенням показників їхнього екстер'єру. Це дало можливість проконтролювати зміни екзоскелету бджіл та наближення показників до екстер'єрних ознак стандарту бажаного внутрішньопородного типу, оцінити доцільність заходів з їхньої стабілізації за його створення.

Таблиця 8.19. Гігієнічна поведінка бджолиних сімей підібраних пасік

Показник	с. Саранчова Долина (Ємець Я.)	с. Рашівка (Марченко В.)	с. Харківці (Григорків П.)	с. Сари (Бузало В.)
Рівень гігієнічної поведінки, %	95,4±1,50	94,0±2,78	94,0±4,32	91,3±4,55
Cv, %	10,04	9,98	8,46	8,5

Всього за звітний період було відібрано 3500 проб, проведено 420000 вимірювань. В табл. 8.20 наведено екстер'єрні показники бджіл базових пасік, що були основою під час створення внутрішньопородного типу українських степових бджіл Гадяцький.

Як бачимо, на пасіці, яка є базовою для створення внутрішньопородного типу Гадяцький, бджолині сім'ї повністю відповідають вимогам української степової породи. І хоча на початковому етапі роботи на двох сусідніх пасіках зазначалася невідповідність породі за показником довжини хоботка у бджіл (стандарт 6,3–6,7 мм), але надалі, через заміну маток, вдалося нормалізувати цю ознаку. Показник кубітального індексу з початку роботи відповідає стандарту (2–2,5). Треба зауважити, що з моменту передачі на пасіки відселекціонованого матеріалу зазначено стабілізацію і консолідацію цієї ознаки, що підтверджується зменшенням коефіцієнту варіації (табл. 8.20).

Показники важливих біологічних ознак досліджуваних бджолосімей наведені в табл. 8.21. Аналізуючи характер стабілізації якісного потенціалу рівня гігієнічної поведінки та інших важливих біологічних ознак бджолосімей української степової породи на підібраних пасіках установили, що в середньому 77,9 % бджіл відповідають породі. Вони мають хороший біологічний потенціал рівня гігієнічної поведінки та господарських ознак і можуть успішно

використовуватися для виведення маток і ротації у племінній частині пасіки та для створення трутневого бар'єру навколо пасіки-репродуктора.

Таблиця 8.20. Екстер'єрний аналіз бджіл внутрішньопородного типу

Показник		с.Саранчова Долина (Ємець Я.)	с. Рашівка (Марченко В.)	с. Харківці (Григорків П.)	с. Сари (Бузало В.)
<i>Початок досліджень</i>					
Довжина хоботка, мм	M±m	6,5±0,3	6,6±0,2	6,9±0,6	6,8±0,3
	Cv,%	11,3	16,3	17,5	17,3
Кубітальний індекс	M±m	2,2±0,5	2,3±0,1	2,1±0,1	2,4±0,1
	Cv,%	8,3	8,3	7,7	8,3
Відповідає нормі	% бджіл в сім'ї	70	63	68	63
Позитивне дискоїдальне зміщення, % випадків	M±m	78,3±3,2	64,7± 6,9	65,6± 3,3	79,6±2,3
	Cv,%	18,6	35,7	28,3	13,6
Відповідає нормі	% бджіл в сім'ї	80	67	70	65
Вигнута форма нижнього краю воскового дзеркальця 5-го стерніту, % випадків	M±m	94,7±2,1	95,1±1,9	95,9±1,2	97,1±1,8
	Cv,%	6,9	6,5	7,2	8,6
Відповідає нормі	% бджіл в сім'ї	69	72	80	84
<i>Закінчення досліджень</i>					
Довжина хоботка, мм	M±m	6,4±0,1	6,3±0,3	6,5±0,4	6,4±0,3
	Cv,%	14,0	15,3	4,4	18,4
Кубітальний індекс	M±m	2,2±0,1	2,3±0,3	2,4±0,1	2,1±0,1
	Cv,%	4,9	6,3	4,3	8,2
Відповідає нормі	% бджіл в сім'ї	88	72	72	76
Позитивне дискоїдальне зміщення, % випадків	M±m	80,7	82,5± 3,4	76,7± 4,6	65,1± 5,3
	Cv,%	18,6	19,2	20,8	37,6
Відповідає нормі	% бджіл в сім'ї	89,8	72	83	81
Вигнута форма нижнього краю воскового дзеркальця 5-го стерніту, % випадків	M±m	95,6± 2,1	95,1± 1,9	95,9± 1,2	92,8± 0,6
	Cv,%	4,4	6,5	7,2	3,1
Відповідає нормі	% бджіл в сім'ї	80	74	75	80

Систематичне оцінювання материнських сімей за комплексом ознак екстер'єру бджіл і врахування їхніх господарських якостей призводить до зменшення міжгрупових і міжсімейних відмінностей бджіл, що є однією з умов створення внутрішньопородного типу і відродження породи в її ареалі.

Таблиця 8.22. Господарські ознаки бджолиних сімей підібраних пасік

Показники		с. Саранчова Долина (Ємець Я.)	с. Рашівка (Манченко В.)	с. Харківці (Григорків П.)	с. Сари (Бузало В.)
Ослаблення за зиму, %		15,36±0,85	9,95±3,16	11,79±3,66	16,20±5,29
Витрати корму за зиму на 1 вуличку, кг	M±m	2,05±0,92	1,64±0,07	1,54±0,06	1,90±0,06
	Cv, %	10,04	9,98	8,46	7,44
	td		3,42	4,69	1,29
Кількість розплоду, кв	M±m	146,0±12,45	174,0±20,24	155,6±18,25	155,20±15,06
	Cv, %	19,05	25,95	26,20	21,69
	td		1,18	0,4	0,46
Сила перед головним медозбором, вуличок	M±m	14,40±0,50	16,4±0,50	15,2±0,58	13,8±0,37
	Cv, %	7,9	6,95	8,57	6,06
	td		2,77	1,03	0,09
Медопро- дуктивність, кг	M±m	37,40±1,16	46,20±4,39	42,20±2,55	36,80±1,65
	Cv, %	6,97	21,28	13,55	10,05
	td		1,9	1,7	0,29

Науково-дослідна робота спрямована на створення внутрішньопородного типу української степової породи бджіл «Гадяцький» з яскраво вираженою гігієнічною поведінкою проводиться вперше. Отримані дані, що вказують на високий рівень гігієнічної поведінки бджіл даного типу. Встановлено, що чистопородні сім'ї бджіл внутрішньопородного типу Гадяцький наділені властивостями високої консолідації за показниками екстер'єру, гігієнічної поведінки, що зумовлюють різний рівень біологічної пристосованості жіночих стаз щодо стабілізації опірності організму до захворювань, перенесення зимівлі та функціональних навантажень під час створення запасів меду і будівництва стільників. За комплексним оцінюванням біологічних властивостей бджіл української степової породи в Лісостепу України встановлено, що бджолині сім'ї, пасік підібраних для селекційно-плеємної роботи, спрямованої на формування внутрішньопородного типу Гадяцький, характеризуються високою мірою відповідності породі, гігієнічності, інтенсивності розвитку у річному циклі життєдіяльності, фізіологічної пристосованості до перенесення зимівлі, використання місцевих типів медозбору, продукування меду та воску. Бджоли створеного типу стабільно зберігають типові ознаки стандарту породи та

характер біологічної здатності до гігієни гнізда й середовища навколо нього. Підібрані для селекції бджолині сім'ї мають хороший біологічний потенціал рівня гігієнічної поведінки та господарських ознак і можуть успішно використовуватися для виведення маток, ротації у племінній частині пасіки та для створення трутневого бар'єру навколо пасіки-репродуктора. Ротація плідних відселекціонованих маток створюваного типу на сусідні навколишні пасіки сприяла стабільності й консолідації результатів комплексного оцінювання селективних біологічних ознак бджіл.

Отримано племінну консолідовану групу з 277 бджолиних сімей, що складає племінне ядро суцільного масиву з 1190 бджолиних сімей, які характеризуються високою гігієнічною поведінкою (>90 % видалення ушкоджених личинок), зимостійкістю (ослаблення до 20 %, витрата корму 1,8–1,9 кг на вуличку бджіл) та силою перед головним медозбором понад 14 вуличок. Систематичне оцінювання материнських сімей за комплексом ознак екстер'єру бджіл і врахування їхніх господарських якостей призводить до зменшення міжгрупових і міжсімейних відмінностей бджіл, що є однією з умов створення внутрішньопородного типу і відродження породи в її ареалі. Бджоли створюваного внутрішньопородного типу Гадяцький стабільно зберігають типові для породи українських степових бджіл ознаки довжини хоботка і промірів крила. Позитивний вплив ротації селективних маток у сім'ї підібраних для племінної роботи пасік проявляється у стабільно високому (понад 90%) рівні їх гігієнічної поведінки.

Відселекціонований внутрішньопородний тип українських степових бджіл Гадяцький урізноманітнює генотип породи, має вагому цінність як джерело інформації генетичного матеріалу та може бути використаний для її структуризації.

За незалежного виробничого випробування бджолиних сімей української степової породи новоствореного внутрішньопородного типу «Гадяцький» виявлено: медова та воскова продуктивність на бджолину сім'ю – 47,1 кг меду, 2,26 кг воску та переважає над місцевими бджолами за медовою продуктивністю на 25,5%, восковою продуктивністю на –34%; продуктивність бджолиних маток за максимальною яйцекладкою – 1845 яєць за добу та переважає місцеві бджоли на 12,5%; сила бджолиних сімей перед медозбором має масу 3,5 кг та налічує близько 35 тис особин, що складає перевагу над місцевими бджолами 17,4%; зимостійкість бджолиних сімей за зимовим відходом складає 6,6 % та переважає місцевих бджіл на 19,0%; санітарно-гігієнічна поведінка покращена на 23 %.

РОЗДІЛ 9

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Продукти бджільництва використовуються у харчовій промисловості, як основна чи додаткова сировина для виробництва продукції, компоненти рецептур, ароматизатори, стабілізатори, замітники інгредієнтів. Через різноманіття асортименту продукції бджільництва, можуть випускатися окремі готові продукти, як от мед, бджолине обніжжя, прополіс, перга, забрус, маточне молочко, бджолина отрута, бджолиний підмор, гомогенат тощо. Також дуже часто в роздрібній торгівлі зазначені продукти можна зустріти у поєднанні між собою. В такому разі, вони мають переваги поміж інших харчових продуктів, в яких використовується тільки окремі продукти бджільництва за хімічним складом та біологічною цінністю. Окрім того, більшість з продуктів бджільництва не вимагають особливих умов зберігання, а також містять в собі необхідний запас поживних речовин для людини, зокрема білки, вітаміни, макро- та мікроелементи, амінокислоти тощо, що дає змогу використовувати їх за різних умов життєдіяльності людини, де може виникати їхній дефіцит.

9.1. Мед та його використання в харчових технологіях

Однією з основних характеристик меду, є його солодкість. Але з розвитком науки, мед був замінений на більш дешевші альтернативи – цукор (тростинний, з цукрового буряка), різні цукрові сиропи, отримані з крохмалю, синтетичні замітники тощо. І хоча в більшості цих продуктів подібні характеристики, але вони реалізуються за значно меншою ціною. Окрім того, процес отримання меду значно довший, залежить від наявності медозбору та трудомісткий. Кількість отриманого меду залежить від низки чинників, зокрема від кількості бджолосімей, періоду цвітіння рослин, сприятливих погодних умов тощо.

Незважаючи на велику кількість рецептур з використанням меду, великого промислового застосування він не має. Зазвичай мед використовують на підприємствах малої та середньої потужності у виробництві хлібобулочних та кондитерських виробів, цукерок, мармеладу, джему, спреда, сухих сніданків, напоїв, молочних продуктів, консервантів. І навіть в цьому випадку мед використовують переважно як замітник цукру або разом з цукром (Krell, 1996).

Автори (Jacobs et al., 2006) припускають, що найдавнішим алкогольним напоєм є мед або медове вино, отримане в результаті бродіння меду у воді. Так,

більшу частину отриманого меду в Ефіопії використовують для варіння місцевого сорту медового вина – «Тей». Поміж безалкогольних напоїв з меду виробляють «Бірз», його зазвичай вживають, як делікатес під час релігійних свят. В інших країнах світу мед також використовують для своїх традиційних безалкогольних напоїв або використовують його, як підсолоджувач соків, коктейлів і чаю.

В своїх дослідженнях Jacobs et al. (2006) зазначають, що за використання у виробництві хлібобулочних, кондитерських виробів, сухих сніданків, батончиків, а також спредів, молочних продуктів меду, всі вони набувають кращих органолептичних показників. Окрім цього, використовуючи мед чи інші продукти бджільництва у виробництві, виробники отримують продукти з доданою вартістю, що також є економічно вигідно. Науковцями (Антонів та ін., 2022) встановлено доцільність заміни цукру в рецептурах хліба житнього на монофлорний ріпаковий мед. Це висвітлено в результатах органолептичного та фізико-хімічного досліджень показників якості. Крім того, використання меду у запропонованому співвідношенні дає змогу прискорити процес бродіння у 1,0–1,5 рази, а також розріджує консистенцію.

Як складова харчових технологій, мед є дуже важливим у виробництві (рис. 9.1).

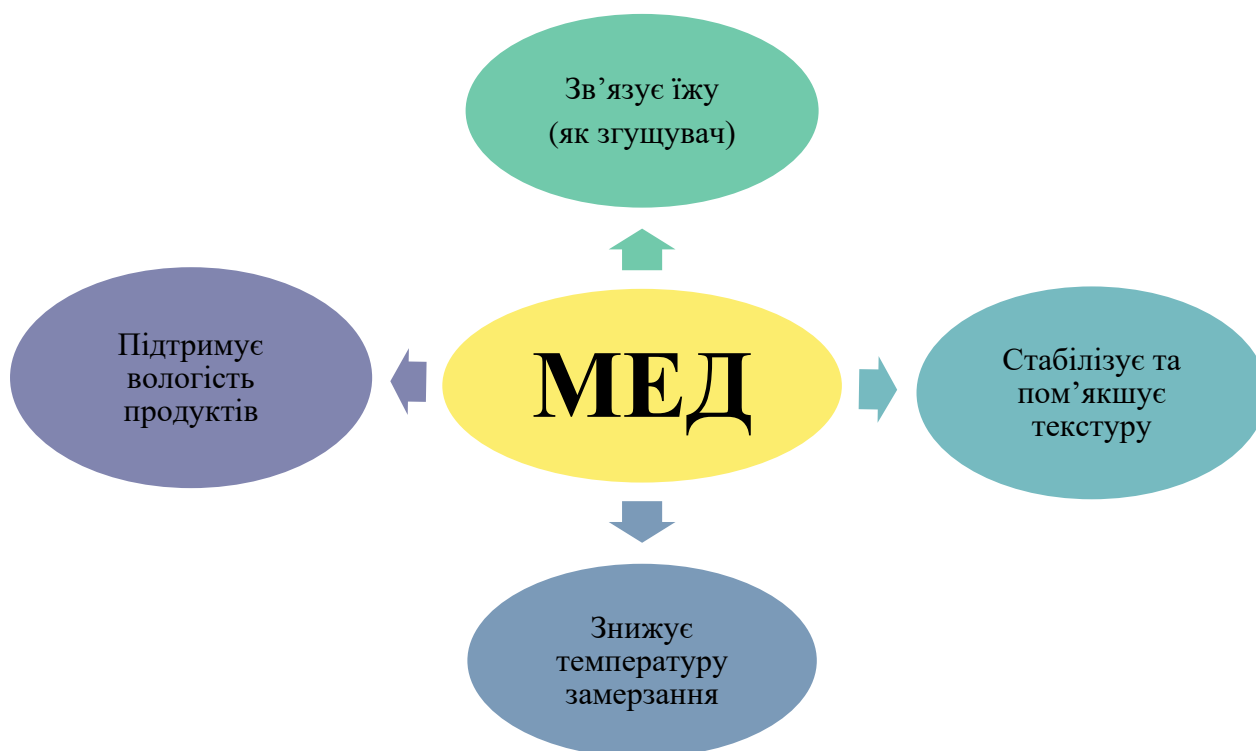


Рис. 9.1. Вплив меду на харчові продукти

Він допомагає підтримувати вологість продуктів, зв'язує їжу та стабілізує

текстуру. Через створення медом природного бар'єру для кисню, він може покращити збереження властивостей продукту. Також він знижує температуру замерзання, тому його використовують у морозиві та замороженому йогурті. Окрім того, як зазначають Jacobs et al. (2006), існує понад 180 різних смаків меду. Цим і пояснюється часте використання його як смакової добавки.

Використання меду у випічці надає низку таких переваг, як м'яка, губчаста (пружинна) консистенція, яка зберігається довше. Продукти, які містять мед, також повільніше висихають і мають меншу схильність до розтріскування. Ці властивості обумовлені гігроскопічністю меду. Також до переваг відноситься більш рівномірна пропеченість та рівномірна рум'яна скоринка. Ці характеристики теж здебільшого обумовлені вмістом фруктози. Ще однією перевагою є поліпшення аромату за невеликого відсотку меду (до 6% від маси борошна) в солодких тістечках, печиві, хлібі та подібних продуктах (Krell, 1996; Антонів та ін., 2022). Також достатньо невеликої кількості меду для отримання заданих показників за виробництва продукції, саме тому хлібопекарська промисловість надає перевагу міцному ароматизованому меду, щоб максимізувати смак за мінімальної вартості продукту.

Під час виробництва кондитерських виробів мед використовується набагато частіше і на різній потужності підприємствах у порівнянні до хлібопекарської промисловості. В багатьох країнах світу представлені традиційні продукти з використанням меду, які виробляються для внутрішнього споживання, а також і для експортування (рис. 9.2).

За виробництва сухих сніданків чи снєків мед використовується в рідкому, сушеному, кристалізованому або кремованому вигляді, як для кращого смаку, так і для підвищення споживчої привабливості. За різних технологій виготовлення, його можна змішувати з пластівцями злаків і сухофруктами або застосовувати як підсолоджуючу і смакову добавку. Сухість або твердість злаку можна регулювати вмістом меду і ступенем висихання (Krell, 1996).

Під час виробництва різного роду батончиків, таких як шоколадні, злакові, рисові, кукурудзяні, мед може використовуватися, як в'язучий і підсолоджуючий компонент. Поміж з тим використовуються й інші суміші інгредієнтів: сухофрукти (родзинки, інжир, яблука, абрикоси, чорнослив, фініки, ананас, папайя тощо), горіхи та насіння (фундук, волоські горіхи, мигдаль, бразильські горіхи, фісташки, кеш'ю, кунжут, насіння соняшнику, лляне насіння або кокосова стружка), злаки всіх видів (згорнуті, як пластівці або в листковому вигляді).

Варто також звернути увагу на практику виробництва меду з додаванням ароматів або есенцій, незалежно від чого, чи це фруктові, чи лікарських рослин,

чи будь-які інші. Впродовж деякого періоду часу на ринку України та Європи можна було придбати трояндовий, м'ятний мед тощо. Такий мед створювали згодовуючи бджолам цукровий сироп з різними есенціями чи барвниками. Враховуючи класифікацію визначення, який продукт може називатися словом «мед» (Про затвердження Вимог до меду, 2019), це заборонено та вводить споживачів в оману. Якщо вже й до зібраного меду додаються ті чи інші добавки, задля набуття специфічних властивостей, то такий продукт має бути правильно маркований.



Рис. 9.2. Використання меду за виробництва деяких традиційних кондитерських виробів

Що стосується виробництва мармеладу, желе і фруктових сиропів, в промислових масштабах мед, як заміник цукру, використовується дуже рідко. Це пов'язано з низкою чинників, зокрема, особливості технології виробництва, властивість меду за деяких технологічних процесів, а також з економічних питань. Інша ситуація спостерігається під час домашнього чи крафтового виробництва, де виробництво не поставлене на великий потік і можна приділити більше уваги використанню меду в мармеладах, желе чи фруктових сиропах.

Цукерки з медом – ще один популярний маркетинговий, комерційний продукт. Цукерки з медом, які також містять багато інших корисних, поживних та низькокалорійних інгредієнтів зазвичай споживаються, як здорова їжа. Однак, інформації щодо виробництва медових цукерок в промислових масштабах чи

навіть на рівні малих підприємств, дуже мало. Зазвичай, це домашні господарства, спеціалізовані кондитерські чи інші заклади ресторанного господарства.

Способи виробництва різних медових цукерок описуються в патенті, де цукерки готують кип'ятінням суміші меду, цукру, води та вершкового масла, доки вона не досягне стадії твердої карамелі, а потім викладають на глазуровану поверхню. Інший відомий спосіб виробництва полягає в нагріванні суміші меду, гранульованого цукру та кукурудзяного сиропу за температури 120–150 °С до отримання однорідної в'язкої рідини, яку потім розкочують для формування стрижня з маточним молочком у центрі. Відомий ще один вид медових цукерок, які містять лише фруктозу. Так, суміш мед-вода (1:1) очищали за допомогою активованого вугілля, потім до суміші додавали гідроксид кальцію та фільтрували через фільтр-прес, щоб відокремити фруктозу (Umesh Hebbar, Rastogi and Subramanian, 2008).

Науковці (Durrani, Srivastava and Verma, 2011) досліджували цукерки за трьома рецептурами із зазначеними співвідношеннями сировини: 33% меду і 67% моркви (Т1), 50% меду і 50% моркви (Т2), 63% меду і 37% моркви (Т3). Сенсорну оцінку готового продукту визначали за 9-бальною системою. Найвищі бали отримав зразок Т1, зі співвідношенням сировини – 33% меду і 67% моркви. Далі цукерки Т1 оцінювали на загальну якість під час зберігання за кімнатної температури (22–26 °С) впродовж 6 місяців. Результати досліджень підтверджують, що цукерки можна безпечно зберігати впродовж 6 місяців як у скляній тарі, так і в пакувальних матеріалах із ПВД.

Віднедавна також стало набирати великої популярності вживання меду з горіхами або сухофруктами, де зазначені продукти поміщаються у скляну тару та повністю покриваються рідким, світлим за забарвленням медом. Важливо, щоб за такого виробництва продукти, які поміщаються у мед, були низької вологості. Це дасть змогу уникнути процесу бродіння меду та псування продукту в цілому.

Часто мед використовують під час виробництва молока чи молочних напоїв або молочних продуктів. Так, для тривалого зберігання виробляють пастеризоване і гомогенізоване молоко з медом. Також можуть вироблятися суміші сухого молока з додаванням меду (Spottel, 1950). За інформацією автора Krell (1996), у Південній Америці таке солодке молоко є майже таким же важливим для аргентинської дієти, як і м'ясо. За виробництва йогуртів, мед використовують, як підсолоджувач та ароматизатор, а також для підвищення біологічної цінності. Як вказують дослідження Brown and Kosikowski (1990), мед додають у кількості 10–15% до процесу бродіння, або вже після. Якщо за

додавання меду, в'язкість йогурту стає меншою, то це виправляють додаванням сухих речовин знежиреного молока.

Результати досліджень (Krell, 1996) вказують, що виробництво морозива з додаванням меду має низку недоліків: морозиво починає швидше танути у порівнянні з морозивом, де використовується цукор; трудомісткий процес виробництва; низькі продажі та комерційний успіх продукту. Хоча промислове виробництво морозива з медом є менш прибутком, ніж традиційних видів морозива, воно значно м'якше за структурою та консистенцією.

Досить популярним застосуванням меду є у виробництві безалкогольних напоїв, особливо тонізуючих напоїв, холодного чаю, натуральних «живих» напоїв, типу «комбуча» тощо. Так, за власними дослідженнями, у торгових мережах роздрібної торгівлі України з поміж чотирьох виробників напою комбуча, кожен виробляв не менше двох видів напою з додаванням меду. За аналізуванням інформації в наукометричних базах, така популярність використання меду у виробництві безалкогольних напоїв пов'язана з попитом споживачів на натуральні напої, функціональні напої, такі, що орієнтуються на підтриманні організму та надають тонізуючий ефект.

Як ароматизатор та підсолоджувач, мед використовують під час виробництва фруктових соків. Також у своїх працях науковці (Lee and Kime, 1984; Wakaayama and Lee, 1987) наводять приклади використання розчину меду з водою для освітлення яблучного свіжовичавленого соку та суміші меду з лимоном для освітлення та ароматизування холодного чаю.

Використання меду у виробництві деяких харчових продуктів спричиняє проблеми, незручність, витрату ресурсів через його в'язку та липку консистенцію. Так, в'язкість меду за температури 25° С і 21,5 % вологи, становить 1,36, Нс/м². За гіпотезою, мед у висушеному вигляді мав би високі показники ефективності використання, відповідно, мав би гарний комерційний потенціал у хлібобулочній та кондитерській промисловості, а також у харчовій промисловості загалом. Основними переваги висушеного медового порошку, є менше місця для зберігання на складських приміщеннях, оптимальніші умови зберігання за фізичними показниками, зручність та легкість у використанні.

Науковці (Umesh Hebbar, Rastogi and Subramanian, 2008) досліджували у своїй роботі технології оброблення, а також властивості сушених медових продуктів, таких як медовий порошок, гранульований мед, медові пластівці. Ці сушені продукти на основі меду виявилися хорошою заміною рідкому меду в низці застосувань. Дослідженнями встановлено, що застосування медового порошку в сумішах для випічки та хліба покращує органолептичні показники продукту – смак, аромат, колір, консистенцію. Ефективніше використовувати

сухий мед в деяких видах цукерок, медової нуги, бісквітів та карамелі. За використання такого меду знизяться прояви неприємного смаку за високої температури приготування, яка необхідна згідно з технологічним процесом.

Щоб збільшити використання меду у харчових технологіях, його піддають сушінню або зневодненню. У своїй роботі Olstrom (1983) зазначає про вакуумну або розпилувальну сушки. Але для повноцінного використання отриманого такого гіроскопічного продукту, його ще потрібно стабілізувати. Це можна зробити за допомогою борошна, крохмалю чи інших негіроскопічних продуктів та таких, які допущені технологією чи рецептурою.

Yener et al. (1987) описують різні методи виробництва стабілізованого сухого медового порошку в Туреччині. Grange (1990) своїм дослідженням заявляє, що гранульований сушений мед зменшує усадку м'ясних продуктів на 19%. Доцільно використовувати порошкоподібний мед за виробництва тортів, хліба та напоїв, а також алкогольних напоїв. Такий мед дає змогу уникнути необхідності обробляти будь-який рідкий, липкий мед та, де додатковий вміст води не бажаний або, де обробка рідин збільшує собівартість виробництва (Krell, 1996). Фізико-хімічні властивості різних моделей порошку меду, а також структурну трансформацію та час релаксації в аналізі міцності для моделей медового порошку, на які впливає додавання WPI (сироваткового білка, модель № 1) або MD (мальтодекстрину, модель № 2) вивчали у дослідженні Fan and Roos (2019). Ефективність сушіння меду виявлена за використання моделі №1, через вміст води в моношарі. За додавання сироваткового білка і мальтодекстрину відбувається порушення склування та колапс твердих частинок меду. Для будь-яких рецептур алкогольних напоїв, особливо, де у значних кількостях використовується мед, важливі сорт, якість та смак меду. Саме тому, виробникам часто доводиться підбирати та адаптовувати мед за органолептичними показниками та за вмістом води. Деякі дистильовані алкогольні напої, які містять мед, як ароматизатор чи добавку після дистиляції, зазначені в табл. 9.1.

В Україні також виробляють напої на основі або з додаванням меду. Так, у рамках реалізації проєкту «SaveBees – Save endangered bees to improve nutrition, health and quality of life», що фінансувався Visegrad Fund Agency No. 21910411 на період 2019–2020 рр., було підготовлено каталог медових напоїв України (Адамчук та ін., 2020). Сюди увійшли меди питні (варені та ставлені), Сікера, міцні медові напої (бальзами, Медаки), напої медові безалкогольні (квас, оздоровчі чаї, настої, відвари, медова сита, збитні, молочні гарячі напої).

Дані Державної служби статистики України щодо виробництва та реалізації продукції до якої входить мед, наведено у таблицях 9.2 та 9.3.

Таблиця 9.1. Алкогольні напої країн Європи з використанням меду

Франція	Шотландія	Ірландія
<i>Бенедиктин – Міцний французький лікер на основі спирту з цукрового буряка, трав і меду.</i>	<i>Драмбуї – лікер, що зроблено з витриманого шотландського віскі з ароматом меду, анісу, шафрану, мускатного горіха та різних трав.</i>	<i>Айріш міст – коричневий віскі-лікер. Він виготовляється з витриманого ірландського віскі, меду з вересу і конюшини, ароматних трав та інших міцних напоїв.</i>
Італія	Польща	Німеччина
<i>Grappa al Miele – легкий і ніжний напій із привабливим ароматом меду, з буриштиновим кольором та м'яким смаком.</i>	<i>Крупник – традиційний алкогольний напій, схожий на лікер, зі спирту, меду та спецій.</i>	<i>Bärenfang або Meschkinnes – німецький лікер зі смаком меду на основі горілки.</i>

Таблиця 9.2. Витяги із даних Державної служби статистики України щодо реалізації промислової продукції за видами у 2020 році

Найменування продукції за Номенклатурою продукції промисловості	№	Кількість, тис. дал.	Вартість, тис. грн
Напої ферментовані та їх суміші, включаючи з напоями безалкогольними (сидр яблучний, сидр грушевий, напій медовий ; крім солодового пива, виноградного вина, ароматизованого рослинними та ароматичними речовинами)	1	4676,2	1049735,8
	2	3705,0	910478,6
	3	2929,5	635811,9
	4	2746,2	520439,6
Загалом:		14056,9	3116465,9

Примітка. Код продукції за НПП – 11.03.10.00

Таблиця 9.3. Витяги із даних Державної служби статистики України щодо виробництва промислової продукції за видами у січні 2022 року

Найменування продукції за Номенклатурою продукції промисловості (НПП)	Кількість, тис. дал.	Січень 2022 р. у % до січня 2021 р.	Кількість запасів виробленої промислової продукції на складах підприємств-виробників на кінець січня 2022 р.
Напої ферментовані та їх суміші, включаючи з напоями безалкогольними (сидр яблучний, сидр грушевий, напій медовий ; крім солодового пива, виноградного вина, ароматизованого рослинними та ароматичними речовинами)	170,1	64,7	267,2

Примітка. Код продукції за НПП – 11.03.10.00

Також, останнім часом постійно зростає попит на диверсифіковані мед та продукти бджільництва. Це, у свою чергу, призводить до збільшення вартості таких продуктів. Так, висушений медовий порошок має гарні комерційні перспективи у харчових технологіях та харчовій промисловості в будь-яких потужностях виробництва. Рідкий мед із дуже високим вмістом цукру важко висушити, тому додають добавки, щоб змінити хімічні зв'язки і зменшити липкість. Задля збереження та підвищення якості і термінів придатності такого продукту, треба використовувати щадливі технології оброблення та відповідні пакувальні матеріали. Спільна кристалізація меду і цукрів є хорошою технікою для інкапсуляції меду в основний інгредієнт, такий як сахароза, щоб зменшити гігроскопічність і запобігти втраті смаку (Umesh Hebbar, Rastogi and Subramanian, 2008).

9.2. Прополіс, бджолине обніжжя, бджолине маточне молочко та їхнє використання в харчових технологіях

Ефективним є використання прополісу, як харчового консерванта (Jacobs et al., 2006). Окрім того, антиоксидантна, антимікробна та протигрибкова дії прополісу дають змогу широко використовувати його в харчових технологіях. Також велика користь та перевагою прополісу є те, що у порівнянні до більшості консервантів, він природного походження та має загальний сприятливий вплив на здоров'я людини (Krell, 1996). Але, загалом було проведено мало досліджень можливих побічних ефектів за збільшеного споживання прополісу, а також у світі немає установлених чи гармонізованих стандартів якості та нормативних вимог до прополісу. Так, питання нормативних вимог до якості прополісу на відповідність міжнародним стандартам у деяких країнах світу описуються у праці Двикалюка, Адамчук і Антоніва (2022).

Використання прополісу, як консерванта у пакувальних матеріалах для харчових продуктів, описано в патенті Mizuno (1989). Ефективним є використання прополісу для подовження терміну зберігання риби в замороженому стані в 2–3 рази, про що свідчать неодноразові дослідження науковців (Donadieu, 1979; Krell, 1996).

Вченими Ezazi, et al. (2021) було проведено дослідження оцінки фізико-хімічних показників якості яєць, що зберігались за температури 27°C впродовж 14 календарних днів з моменту покриття їх їстівною упаковкою, виготовленою з хітозану (структурний елемент екзоскелету бджоли) та прополісу. В результаті було доведено, що оптимізоване їстівне покриття має високий антимікробний

ефект щодо *Salmonella enteritidis*, котру не було виявлено на яєчній шкарлупі не зважаючи на умови зберігання.

Оцінка активності харчових плівок, у складі яких було поєднано червоний прополіс, відомий своєю підвищеною антимікробною і антиоксидантною активністю з додаванням желатину як основи та ефірними оліями гвоздики й базиліка, проводилась науковцями Reyes, et al. (2021). Для дослідження було підготовлено плівки вказаного складу із різними концентраціями ефірних олій та проводилося порівняння між собою. За результатами дослідження виявлено, що всі плівки показали антиоксидантну властивість. Фізичні характеристики в межах параметрів плівок на основі біополімерів. Плівки з ефірною олією гвоздики показали найвищий загальний вміст фенолу і антиоксидантну активність. Окрім цього плівки показали антимікробну властивість проти *Staphylococcus aureus* і *Salmonella enteritidis*.

Дослідження можливості створення плівок з використанням водно-спиртового екстракту прополісу, наночастинок срібла (AgNP), гелем алоє вера і гліцерину (2%) були проведені Jafari, et al. (2021). За представленими результатами використання плівки доведено, що покриття має високу бактерицидну і фунгіцидну активність щодо семи штамів: *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* та *Penicillium aculeatum*. Найвищою активністю була до *Pseudomonas aeruginosa* та *Candida albicans*.

Подовження терміну зберігання ягід та можливості їхнього споживання свіжими також має актуальність. Науковцями Robiega, et al. (2021) проведено дослідження, метою якого було перевірити вплив покриття поллукану (полісахаридний полімер) із вмістом 5% та 10% екстракту прополісу на зменшення кількості плісняви та бактерій, а також їхній вплив на зберігання ягід чорниці (*Vaccinium corymbosum*). Автори дослідження зазначають, що в результаті оброблення чорниць розробленим покриттям кількість мікроорганізмів зменшилася у 3–4 рази в порівнянні до необроблених після зберігання впродовж 21 доби (умови зберігання ягід: 16°C, вологість 58–63%). Також було встановлено, що покриття затримували дозрівання чорниці, а також зменшували втрату ваги.

Враховуючи результати досліджень впливу прополісу у складі їстівних та протимікробних плівок, які використовуються у харчовій промисловості, можемо дійти висновку щодо актуальності нарощування виробництва цього продукту. Зважаючи на значну зацікавленість вчених лише за останній рік у використанні прополісу в інноваційних харчових технологіях, вважаємо за

потрібне розглядати його, як продукт бджільництва, що посідає провідне місце, як природній антиоксидант, консервант та протимікробний складник.

Встановлено (Прохода, 2015), що апідобавки з прополісу мають високу антиоксидантну активність (АОА), яка в 4–5 разів вище класичного антиоксиданту а-токоферолу (в еквівалентній дозі). Однак прополіс в харчовій промисловості мало використовують, що зумовлено недостатніми знаннями його антимікробної та фунгіцидної дії (Пахомова, 2013). Нині в Україні спостерігається дефіцит натуральних добавок з консервуючою дією, які необхідні для збільшення термінів зберігання продуктів, що швидко псуються (Прохода, 2015).

Еспериментальними дослідженнями було встановлено (Павлюк та ін., 2001), що спільний вплив летких та нелетких фітонцидів апідобавки з прополісу у концентрації фенольних сполук 2,0 % і ароматичних речовин 540 мг тіосульфату натрію призводить до суттєвого пригнічення росту бактерій (*Escherichia coli*, *Bacillus mesentericus*) та пліснявих грибів (*Fusarium Sp*, *Altemaria tenuis*), що свідчить про їхню антибактеріальну, бактеріостатичну та фунгіцидну дію.

Досліджується також використання бактерицидних і бактеріостатичних речовин у бар'єрних антимікробних упаковках для м'ясопродуктів, зокрема наночастинок срібла, цинку, магнію, заліза, а також наноглин, гігієнічних латексів, прополісу, природних полімерів (колаген, віскоза), солей дегідратетової кислоти, лактату натрію і калію, поліненасичених жирних кислот, спиртів (Пасічний та ін., 2015).

Відомо, що прополіс бере участь в регуляції діяльності шлунково-кишкового тракту, нормалізує секрецію жовчі, сприяє загоєнню виразок шлунково-кишкового тракту, знижує холестерин та позитивно впливає на моторику кишківника (Lotfy, 2006). Прополіс знімає спазм судин, знижує артеріальний тиск, сприяє виведенню холестерину і тригліцеридів з організму, стимулює кровотворення, зменшує згортання крові та її здатність до тромбоутворення, стимулює жовчовиділення, покращує функцію органів травлення, стан залоз внутрішньої секреції, підвищує витривалість і працездатність організму. Вчені вказують на антиоксидантні властивості прополісу (Двойнікова, 2016).

Широкий спектр дії прополісу (блокада вільнорадикального окислення ліпідів, мембраностабілізуюча дія) є наслідком його багатого хімічного складу, що включає ароматичні альдегіди та кислоти, флавоноли та флавоноли (Савінок і Літвінова, 2009). Відомі радіозахисні фунгіцидні, протизапальні, протибольові, цитостатичні, регенеративні, потогінні та сечогінні властивості прополісу.

Завдяки цьому, його використовують під час лікування променевих ушкоджень – радіаційних дерматитів і запалень слизових оболонок (Бойко і Сімахіна, 1998; Якименко та ін., 2001).

Технологічними перевагами використання прополісу є стійкість до температур (Бойко і Сімахіна, 1998). Так, під час кип'ятіння впродовж однієї години прополіс повністю зберігає свої властивості. Це полегшує його технологічне оброблення та може бути передумовою широкого застосування у харчовій промисловості. Також за спеціального оброблення прополіс розчинний у воді або в рослинному або тваринному маслах.

Встановлено (Димань, 2006; Пасічний та ін., 2015), що прополіс має тривалий термін придатності і консервуючу дію для олії. Дослідження консервуючої дії прополісу на тваринний жир у м'ясі показали позитивний результат. Так, додавання екстракту прополісу до складу м'ясних продуктів або змащування їхньої упаковки/тари у місцях контакту з продуктом, подовжує їхній термін зберігання.

Здійснений огляд наукової інформації дає змогу стверджувати, що прополіс має значний потенціал до використання в оздоровчому харчуванні. Прополіс має низку переваг щодо технологічного оброблення та широкий спектр дії на людський організм завдяки багатому біохімічному складу та вмісту біологічно активних речовин. Є необхідність розроблення технологій збагачення продуктів харчування прополісом та його витяжками.

Бджолине обніжжя можна вважати найбагатшим джерелом вітамінів А, Е, С, D, РР, К, воно володіє протівірусною, антимікробною, протизапальною, інгібіторною діями на організм людини. Як стверджують Vovk and Paska (2016) в обніжжі містяться деякі антибіотики і тритерпенові кислоти, які пов'язують з протизапальною і регенеруючою діями під час захворювання шлунково-кишкового тракту, печінки, а також використанням в дерматології, косметичі. Зазначені науковці використовували бджолине обніжжя для збагачення майонезів. Так, для рівномірного розподілу обніжжя за всією масою майонезу, його розчиняли у маслянці пастеризованій до утворення дисперсного розчину. Варто зазначити, що через домішки, які можуть міститися в обніжжі, а це фрагменти рослин, з яких бджоли збирають пилок, волоски опушення самої комахи тощо, потрібно використовувати фільтр з розміром отворів 1,0 мм. Загалом дослідження встановлюють доцільність використання обніжжя за виробництва нових видів майонезів із заданими властивостями, адже надає готовому продукту красивий, ніжний відтінок, пряно-медовий смак, збагачує корисними та необхідними для організму людини елементами (Vovk and Paska, 2016).

Задля одержання виробів з підвищеною харчовою та біологічною цінностями, науковці додали до рецептури збивних цукерок бджолине обніжжя. Так, за результатами дослідження, додавання компоненту в кількості 9 % від загальної маси виробу, забезпечує високі та найкращі показники якості, поміж інших дослідних зразків. Пропоновані цукерки належать до здорового харчування. Поряд з основним дослідженням, було проведено додатково соціологічне опитування, яке виявило у 87 % респондентів бажання вживати пропоновану продукцію, а також прихильне ставлення до виробництва подібних кондитерських виробів. Оскільки склад бджолиного обніжжя залежить від ботанічного походження, то це дає змогу, залежно від потреби, одержувати вироби з необхідним вмістом корисних речовин з використанням монофлорного продукту (Калина і Олійник, 2019).

Нині оздоровче харчування розглядають як необхідний елемент для досягнення здорового способу життя. А для конструювання, розроблення, виробництва та забезпечення населення оздоровчим харчуванням необхідним є нерозривний зв'язок науковців (медиків та технологів) і виробників харчових продуктів. Сировиною, яка містить велику кількість есенціальних інгредієнтів, є бджолине маточне молочко, – це продукт життєдіяльності робочих бджіл, сукупність секретів їхніх травних залоз, який вони використовують для годівлі нових генерацій і бджолиної матки. Поміж усіх продуктів воно займає одну з лідируючих позицій за користю і цінністю для здоров'я людини. Маточне молочко містить амінокислоти, вуглеводи, жири, гормоноподібні речовини, корисні ферменти. Останнім часом є багато спроб науковців використати неабиякий потенціал цього цілющого продукту на користь людського організму.

Науковцями (Тихонов та ін., 2014), Національного фармацевтичного університету та Буковинського державного медичного університету було проведено низку досліджень щодо створення напряму «Альтернативне лікарське забезпечення населення екстемпоральними препаратами продуктів бджільництва», поміж яких і маточне молочко. Вчені довели (Тихонов та ін., 2014), що прогресивним напрямом є технологія приготування апіпрепаратів, як алопатичної, так і гомеопатичної природи. Це становить економічну, соціальну та практичну доцільність поліпшення забезпечення населення України новими, ексклюзивними, стандартизованими продуктами.

Доведено (Паламар та ін., 2013), що маточне молочко володіє загальнозміцнювальним впливом на організм, залози внутрішньої секреції, особливо на статеві, тому його рекомендують приймати у клімактеричний період, за імпотенції, психічної депресії, неврастенії, підвищеної втомлюваності, а також людям, які живуть на радіаційно забруднених територіях. Клінічні

дослідження підтверджують ефективність під час лікування атеросклерозу, цукрового діабету, ішемічної хвороби серця і бронхіальної астми. Маточне молочко рекомендують дітям, в яких поганий апетит чи відстають у фізичному та розумовому розвитку.

Вченими (Сафонова та ін., 2012) було створено новий вид зефіру з використанням бджолиного маточного молочка у кількості 1 г на 1 кг виробу. Досліджено (Сафонова та ін., 2012) хімічний склад нового виробу, проведено порівняльний аналіз отриманих результатів з показниками зефіру, виготовленого за традиційною рецептурою. Отримані результати свідчать про цілком очевидну тенденцію до збільшення харчової та біологічної цінності нового продукту щодо амінокислот та мікроелементів. Розроблений новий вид зефіру має функціональні властивості, завдяки чому його можна віднести до «корисних ласощів» і вживати у лікувально-профілактичних цілях.

Експериментально встановлено (Ломова та Сніжко, 2014), що маточне молочко та інші продукти бджільництва можуть впливати і на склад та властивості йогурту (кисломолочних продуктів). Так, було запропоновано спосіб удосконалення класичної технології виробництва йогурту з введенням в його рецептуру цінних природних компонентів – меду, маточного молочка, обніжжя.

Сніжко (2016) вперше теоретично обґрунтувала та експериментально підтвердила специфічний вплив апіпродуктів, що входять до складу поживних середовищ, на закономірності розвитку *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subspecies bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*. Вона встановила пребіотичну дію маточного молочка на культури *L. lactis*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*. А також розробила біотехнологію кисломолочного напою з використанням меду (5 %), маточного молочка (0,2 %) та бджолиного обніжжя (0,2 %), що покращує харчову та біологічну цінність готового продукту, сприяє підвищенню його якості, безпеки та подовженню терміну придатності до споживання.

Доведено (Плахтій, 2011), що маточне молочко є ефективним для лікування бронхіальних хвороб через інгаляції разом з прополісом.

Експериментально досліджено, що маточне бджолине молочко впливає на функціональний стан вегетативної нервової системи, підвищує працездатність, сприяє збільшенню маси тіла, поліпшує апетит, прискорює ріст, нормалізує сон (Плахтій, 2011; Тихонов та ін., 2014).

Встановлено (Плахтій, 2011), що систематичне вживання невеликих доз маточного молочка активізує впливає на функцію наднирників (сприяє виробленню адреналіну), розширює кровоносні судини і бронхи, підвищує

функцію серцевого і скелетних м'язів. Великі дози маточного молочка уповільнюють і пригнічують перебіг процесів обміну, погіршують функціональний стан нервової системи. Маточне молочко і його препарати використовують під час лікування бронхіальної астми, анемії, атеросклерозу, артеріальної гіпертензії, стенокардії, шкірних захворювань. У поєднанні з бджоловжаленням, маточне молочко ефективно під час лікування артритів і ревматизму. Такий широкий спектр дії маточного молочка закладений в основі його широкого використання в геронтології.

Отже, використання бджолиного маточного молочка в оздоровчому харчуванні є перспективним напрямом сучасного розвитку фармакологічної та харчової промисловості в Україні. Доведено високу харчову цінність бджолиного маточного молочка, як джерела цінних речовин та елементів, що зумовлює доцільність збагачення ним раціону людини, як есенціальним інгредієнтом.

9.3. Застосування в харчових технологіях воску, розплоду та бджіл

Покриття на основі жирів, відомі як «larding», використовували ще в 16 ст. в Англії. Воски (наприклад карнаубський віск, бджолиний віск, парафін) і масла (мінеральне масло, олія) комерційно використовувалися з 1930-х років, як захисні покриття для свіжих фруктів і овочів. У 1950 р. кілька м'ясних підприємств в США на замороженому м'ясі застосовували покриття, що виготовляли на основі масла і мікрокристалічного воску. Як правило, покриття на основі воску мають найменший коефіцієнт паропроникності та стійкі до вологи, ніж інші їстівні покриття (Кишеня, 2015).

За твердженням науковців, бджолиний віск доцільно використовувати за виробництва упаковки для харчових продуктів, також він стає корисним в обробленні та зберіганні харчових продуктів (Jacobs et al., 2006). Як зазначає автор, бджолиний віск від його відкриття використовувався в різноманітних продуктах і процесах, від пакування продукції до обробки та консервації. Його також використовували, як роздільний агент у кондитерській промисловості (Ribot, 1960). Простим, але мало поширеним на сьогодні застосуванням бджолиного воску є захист харчових контейнерів від дії кислот фруктових соків або меду. Сталеві бочки для зберігання та відвантаження меду обов'язково мають бути оброблені спеціальними засобами для запобігання корозії та розчиненню заліза. Це оброблення може включати дорогу харчову фарбу, пластикову підкладку з харчової пластикової плівки або тонкий шар бджолиного воску (Krell, 1996).

За твердженнями Ulmer, Smetana and Heinz (2020) комах вирощують для їжі людини, як корм для тварин, а також для переробки відходів, які накопичуються у навколишньому середовищі. У своєму дослідженні науковці розрізняють трутневий розплід, як побічний продукт за виробництва меду. Також порівнюють харчові продукти з додаванням трутневого розплоду з аналогічними продуктами, де використовуються інші комахи, а також з м'ясними продуктами, визначають переваги і ризики під час споживання людиною.

Дорослі особини та личинки медоносних бджіл можуть служити безпосереднім джерелом їжі, адже містять достатню кількість білка і нетоксичні (Krell, 1996). У Китаї та Японії, а також у значній частині Азії трутневих личинок чи бджолиний розплід консервують на експорт, роблять з них ласощі, додаючи шоколад, а також продають на місцевих ринках (Schmidt and Buchmann, 1992). Варто зазначити, що личинки та дорослі медоносні бджоли вважаються особливим делікатесом у багатьох частинах Азії та Африки (Jacobs et al., 2006).

Джерелами білка, поміж таких продуктів, як м'ясо, молоко, яйця, риба, є й личинки, які вирощені бджолою медоносною (*Apis mellifera*). Вчені (Черкасова; Гречка і Прохода, 1999) вивчили технологічні процеси вирощування трутневого розплоду задля отримання гомогенату, визначили біологічні властивості гомогенату трутневих личинок та дослідили його фізико-хімічний склад.

Дослідження (Прохода та ін., 2020) встановили, що біомаса з трутневих личинок є новим біологічно активним продуктом, вона має багато схожих властивостей з маточним молочком, але й істотно відрізняється генезисом, а також продуктивним виходом від однієї бджолиної сім'ї. Як зазначають автори, доцільно виготовляти апіпродукт з трутневих личинок назви «Білар» – [(bee) «бі» – бджола, (larve) «ларве» – личинка]. Сам порошок продукту личинкового походження – це трутневі, маточні личинки та личинки робочих бджіл, вирощені за особливою технологією, подрібнені до однорідної гомогенної біомаси й висушені до порошкоподібного стану. За результатами досліджень біологічної цінності встановлено, що гомогенат трутневих личинок містить 23,2% сухих речовин, 13,2% білків, до 9,5% цукрів, 1,2% жирів. Значно більшу кількість вітамінів і мінеральних речовин, а також білків, понад 50% містить порошок, який є концентрованою сипучою біомасою. Вироблений запропонований апіпродукт містить незначну кількість жиру, з якісним складом жирних кислот. Усього виявлено 28 вищих жирних кислот, де олеїнова містить 28,2%, пальмітинова – 27,5%, стеаринова – 16,7%. З поліненасичених жирних кислот наявні такі: лінолева – 1,5%, ліноленова – 8,0% та арахідонова – 1% (Прохода та ін., 2020).

В Німеччині досліджували трутневий розплід медоносних бджіл (*Apis mellifera*) як екологічне потенційне джерело істівного протеїну. Також науковці досліджували використання трутневого розплоду на різних етапах виробництва, як харчового інгредієнта. Проводили детальне оцінювання його життєвого циклу, як побічного продукту за виробництва меду та процесу запилення. Результати дослідження доводять перспективність альтернативного джерела білку, яке міститься у трутневому розпліді (Ulmer et al., 2020).

Насичений горіховий смак личинки набувають під час смаження, варіння, а також мають його в свіжому вигляді. Під час теплової обробки вони зберігають свою форму, стають хрусткими. Виготовлення такої продукції в промислових масштабах для реалізації в закладах роздрібної торгівлі, вважаємо не можливим. Звичай споживання в раціоні людини трутневих личинок чи бджолиного розплоду є тільки в певних культурах та народах. Необхідні великі пасіки вирощування бджіл на зазначені потреби, значні фінансові витрати, висока вартість продукції. Окрім того, є спротив противників такого виробництва. Але така продукція може бути, як делікатес, та виготовлятися на замовлення деяких клієнтів чи закладів ресторанного господарства.

9.4. Поточний стан виробництва меду і продукції бджільництва та перспективи використання в промислових обсягах

Однією з причин низької зацікавленості переробників використовувати продукцію бджільництва, як сировину, є те, що обсяги виробництва було важко спрогнозувати не маючи жодної інформації щодо кількості бджолярів в Україні. Задля виведення виробників меду та продукції бджільництва з тіньового ринку, в Україні створено Реєстр паспортів пасік. Так, за даними Офісу ефективного регулювання, до початку 2021 року був зареєстрований тільки 851 паспорт, що дорівнює орієнтовно 42 000 бджолосімей; на кінець 2021 року було зареєстровано вже більше ніж 43 500 паспортів, а це інформація про понад 2 200 000 бджолосімей (рис. 9.3).

Різке збільшення кількості зареєстрованих пасік пов'язане з низкою чинників: бажаннями виробників збільшити обсяги виробництва; освоїти нові ринки збуту виробленої продукції, зокрема, вихід на міжнародні ринки збуту; прийняття закону України Про бджільництво; державні дотації пасічникам тощо. Реєстр пасічників дасть змогу легалізувати виробництво, бути повноцінним учасником економіки, збільшити вартість виготовленої продукції, можливість відслідковувати використання меду і продукції бджільництва у виробництві харчових продуктів тощо.

За даними Державної служби статистики України (Animal production of Ukraine, 2019) виробництво меду, починаючи з 2018 року, почало скорочуватися. На це вплинула низка чинників, зокрема, масове отруєння бджіл хімікатами та засобами захисту рослин, погодні умови, пандемія COVID-19, здорожчання матеріалів та обладнання для виробництва меду. Виробництво меду в Україні представлено на рис. 9.4.

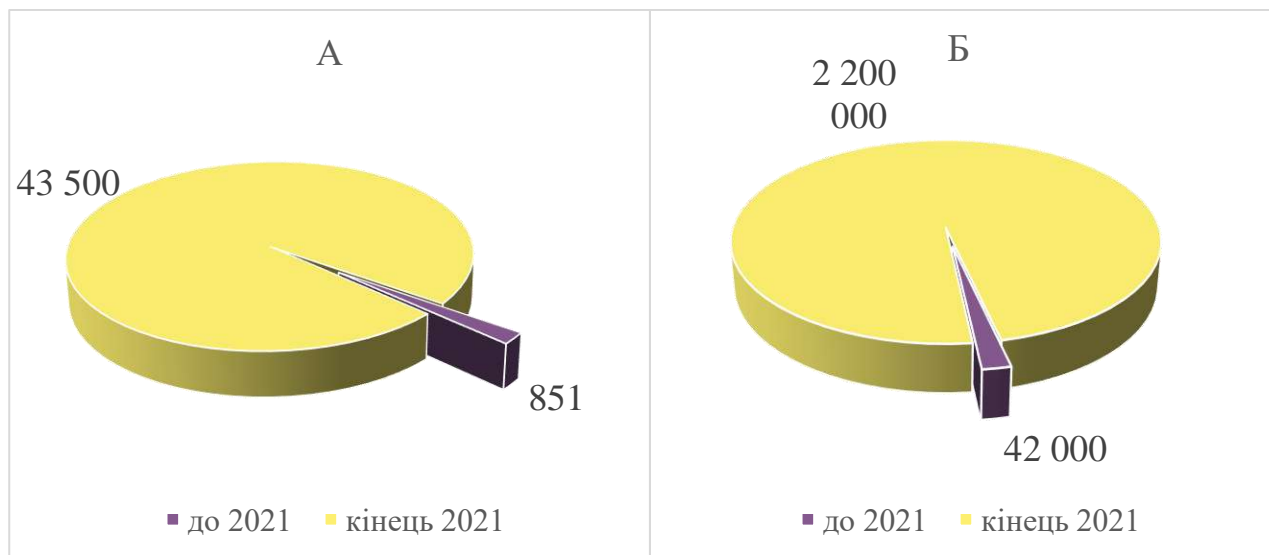


Рис. 9.3 Результати реєстру пасік в Україні (А – кількість зареєстрованих паспортів; Б – кількість бджолосімей)

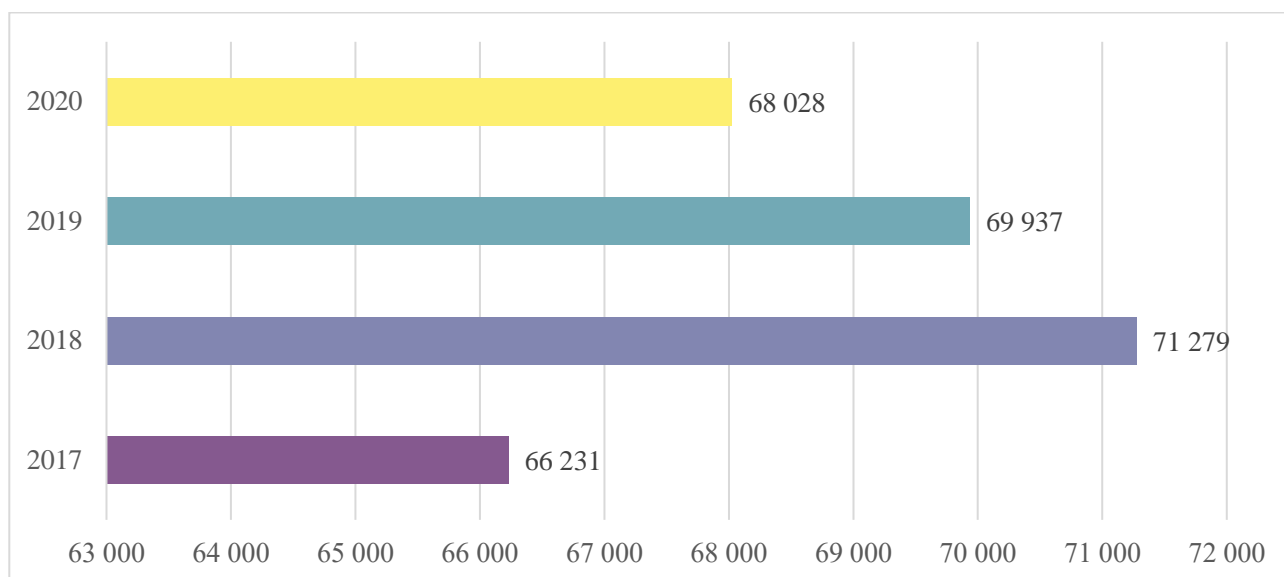


Рис. 9.4. Виробництво меду в Україні, т

Незважаючи навіть на зазначену кількість виробленого меду, майже весь іде у чистому вигляді на експорт або ж на внутрішній ринок. Інформації щодо використання меду у виготовленні харчових продуктів чи використання його у

харчовій промисловості Державна служба статистики України не надає (джерело: Державна служба статистики України).

За власними спостереженнями та аналізуванням ринку, ситуація в 2021 році почала стабілізуватися, зокрема, через звернення громадськості, пасічників, бджолярів на проблеми в галузі бджільництва, введення контролю над засобами захисту рослин та періоду оброблення полів з сільськогосподарськими культурами. Але вже знову у 2022 році ситуація вкрай загострилась через повномасштабне вторгнення росії в Україну. Також, значна прогалина у відслідковуванні виробництва меду та застосування його у виробництві інших харчових продуктів полягає у незареєстрованих пасіках та підприємствах, які виробляють продукцію бджільництва. Найбільша частка виробленого меду належить присадибним господарствам, а найменша – зареєстрованим підприємствам (рис. 9.5) (Animal production of Ukraine 2020: statistical yearbook).

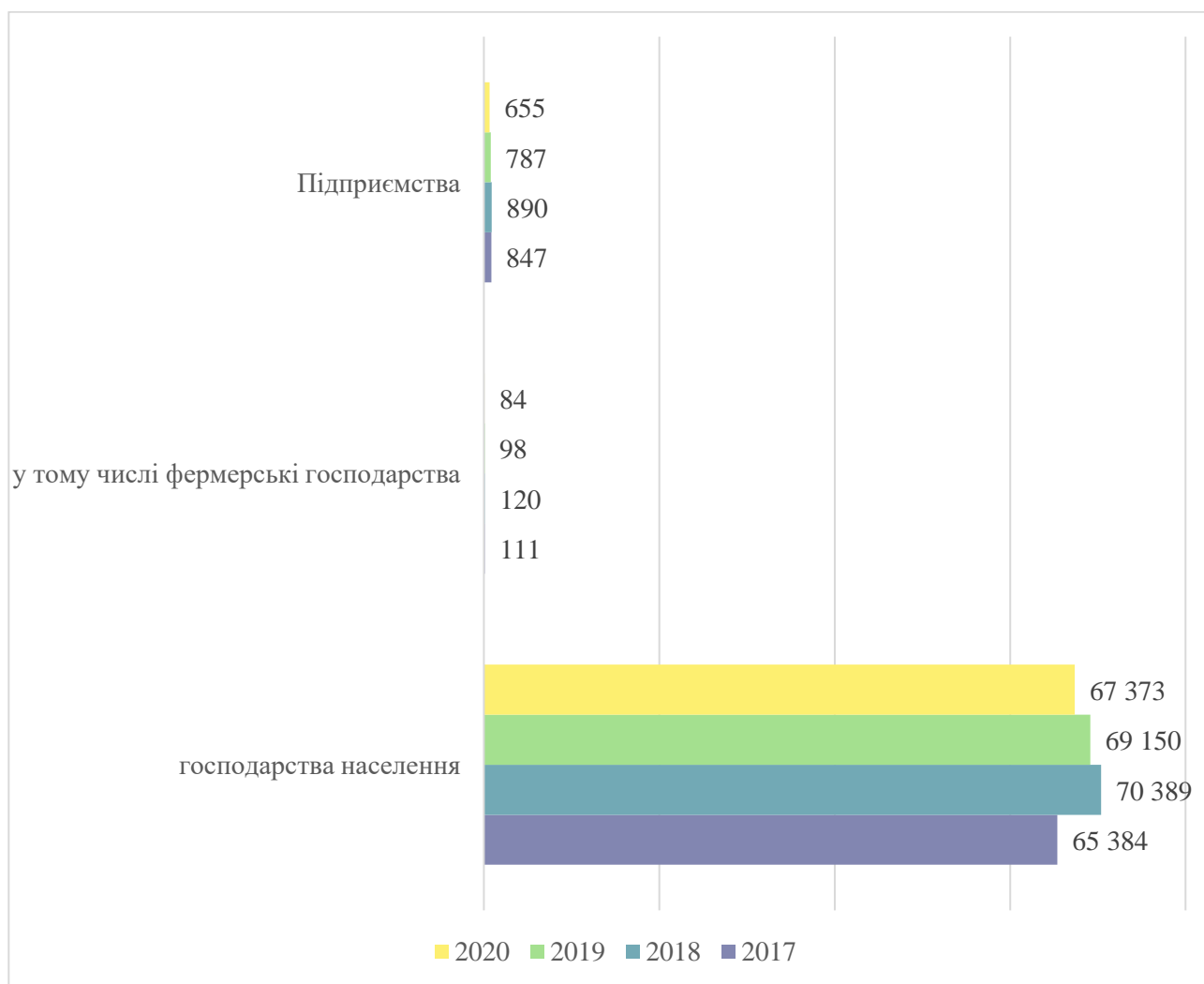


Рис. 9.5. Виробництво меду суб'єктами господарювання, т

Виробництво меду в Україні наразі є орієнтованим на експорт. За дослідженнями (Будяк, 2020), до 80% виробленого меду експортується на зовнішні ринки. Європейський Союз посідає лідируючі позиції поміж всіх покупців меду. Так за останніх 10 років експорт меду до ЄС зріс майже у 9,5 раза.

Обсяги експорту меду в Україні сформовано за даними Будяк (2020) та Найдюк (2022) та представлено на рис. 9.6.

Batt and Liu (2012) займалися вивченням поведінки споживачів у Західній Австралії щодо рішення придбання меду чи інших продуктів бджільництва у магазинах роздрібної торгівлі. Один із методів, які використовували дослідники, було анкетування. На основі способів споживання меду в домогосподарствах було використано кластерний аналіз для групування респондентів у значущі сегменти.

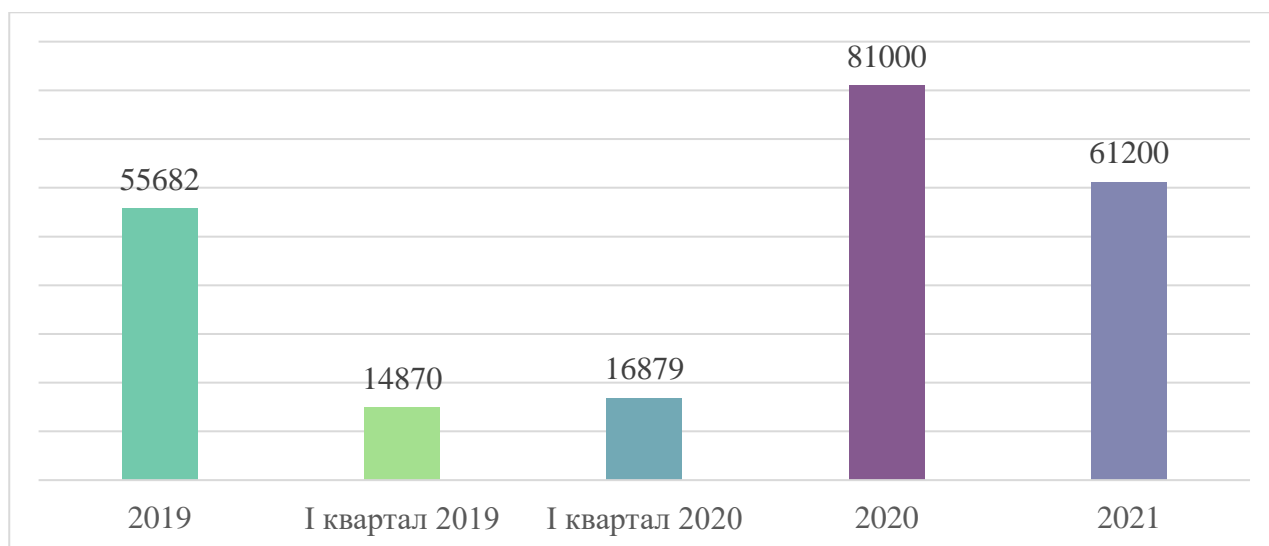


Рис. 9.6. Обсяги експорту меду в Україні, т

Як свідчать результати проведеного дослідження, є значуща різниця між англосаксонськими та азіатськими споживачами меду. У місті Перта Західна Австралія встановлено, що мед переважно споживають як намазку або підсолоджувач для сухих сніданків і каш. Окрім того, мед також використовували як компонент у тортах, печиві, а також як напій. Під час купівлі меду в закладі роздрібної торгівлі автори виявили три основні конструкції, які найбільше вплинули на рішення споживача про покупку: репутація бренду, походження та співвідношення ціни та якості. Було виявлено, що не менш важливою є етнічна приналежність, спосіб споживання меду та важливість трьох видобутих конструкцій (Batt and Liu, 2012).

Загалом мед та продукти бджільництва, такі як віск, забрус, маточне молочко, мерва, бджолина отрута, підмор, перга, бджолине обніжжя, прополіс,

трутневий гомогенат використовуються в харчовій промисловості, як готові продукти, а також біологічно-активні добавки для збагачення інших харчових продуктів необхідними корисними речовинами, вітамінами, амінокислотами. Широкого застосування у великих промислових масштабах ці продукти не зазнали. Здебільшого вони використовуються як додаткова сировина, компоненти для покращення органолептичних показників, приваблення покупців. Більшу значущість та застосування у виробництві харчових продуктів вони зазнали на крафтових, домашніх, фермерських виробництвах, представляються на ярмарках, у спеціалізованих закладах роздрібної торгівлі, а також у виробництві страв та напоїв в закладах ресторанного господарства.

Небажання виробників працювати з медом, а також продуктами бджільництва пояснюється складними технологічними процесами виробництва, високою вартістю сировини, обмеженим виробництвом меду та продукції бджільництва. Крім того, не завжди мед та продукти бджільництва мають однакові властивості та склад, що потребує додаткових ресурсів під час виробництва та продажу харчових продуктів з їхнім вмістом. Тим не менш, все більше споживачів та науковців звертають увагу на корисні властивості, а також переваги використання у щоденному раціоні людини меду та продуктів бджільництва. За правильного використання та раціональному підході до виробництва їх можна застосовувати під час виготовлення великого переліку харчової продукції. Додавання меду та продукції бджільництва у склад продукції збільшить їхню додану вартість, що буде позитивно впливати на прибуток виробника та економіку країни.

Вважаємо, що український мед, як категорія не достатньо вивчений на внутрішньому та зовнішньому ринку. Багато даних обробляється державою без виокремлення меду в окрему одиницю для аналізу. Як наприклад, для експортноорієнтованих товарів (рис. 9.7).

Все ще є недостатньо вивченим питання використання меду та продукції бджільництва у виробництві низки продукції, зокрема м'ясних та рибних продуктів. Вважаємо досить актуальним питання вивчення застосування продуктів бджільництва та меду, зокрема, у широкому переліку харчових продуктів, інноваційним застосуванням у виробництві функціональних продуктів харчування. Зазначені висновки ґрунтуються на попиту населення, а також збільшення виробництва такої продукції, ростом популярності здорового харчування та бажанням споживання продукції з максимально меншим технологічним обробленням.

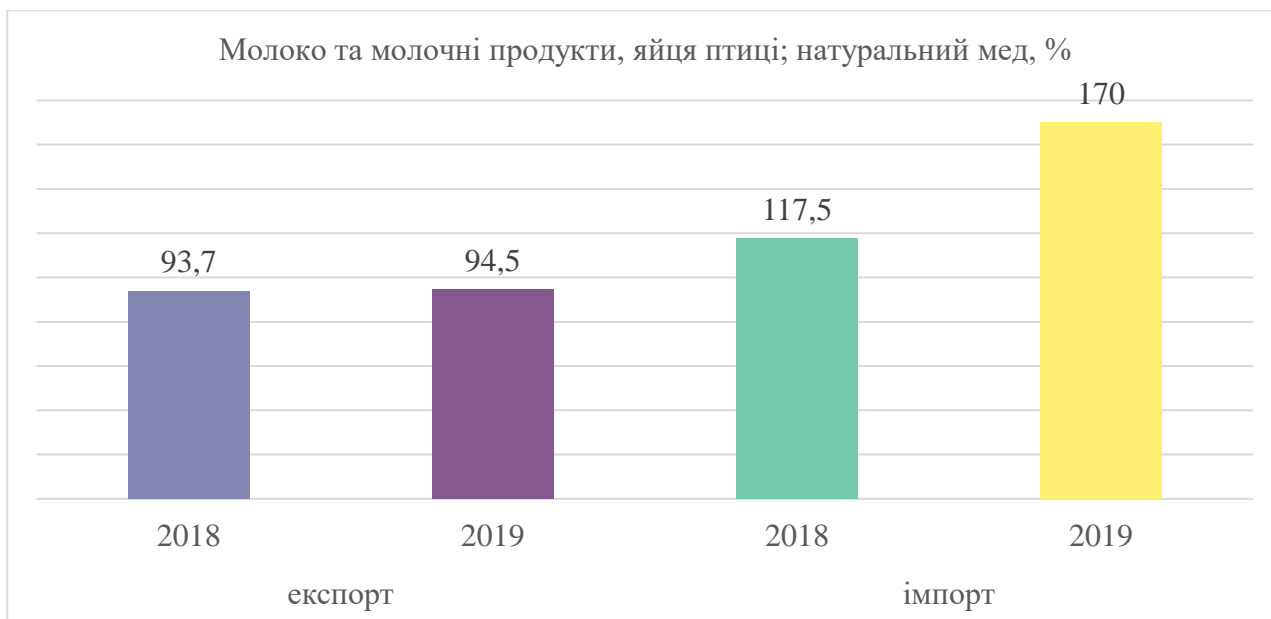


Рис. 9.7. Індокси фізичного обсягу та умов торгівлі

9.5. Розроблення рецептури пшеничного хліба з додаванням бджолиного обніжжя з фацелії та гарбузового насіння

Відомо, що такий продукт бджільництва, як бджолине обніжжя, має збалансований за своєю природою вітамінно-мінеральний, енергетичний комплекс. Це практично найбагатше джерело вітамінів групи А, Е, С, D, РР, К, містить калій, залізо, мідь, кобальт, кальцій, фосфор, магній, цинк, марганець, хром, йод. Результати клінічних випробувань бджолиного обніжжя доводять його багатофункціональний вплив на організм як здорової, так і хворої людини (Vovk and Paska, 2016). Поряд з цим, за заключеннями вчених (Thakur and Nanda, 2020), через різне ботанічне та географічне походження бджолиного обніжжя, мають бути уніфіковані вимоги до його якості та безпечності. Так, коливання основних речовин: білків, вуглеводів, а також ліпідів, клітковини у обніжжі знаходяться у межах від 5–7% до 60%. Крім того, ще низка показників щодо біологічно активних властивостей потребують детальних досліджень. А їх підсумки мають бути підґрунтям для глобального стандарту якості та безпечності бджолиного обніжжя.

За дослідженнями (Kumova and Korkmaz, 2013), фацелія пижмолиста (*Phacelia tanacetifolia*) належить до 4 класу медоносних рослин з потенціалом медопродуктивності 14,45 кг/год, внаслідок виділення нектару в середньому 0,66 мг/квітка/день. Встановлено, що вміст сухої речовини у нектарі становить 15,90 %. Пилкопродуктивність фацелії становить 12,26 кг/год, внаслідок виділення 0,56 мг пилку на добу. За даними, отриманими в природно-кліматичних умовах України, пилкопродуктивність однієї квітки фацелії

становить 0,58–0,92 мг, а один га культури продукує 296,5–910,8 кг за весь період цвітіння (Река і Маланчук, 2006). Ще вищі показники пилкопродуктивності наводить у своїх працях професор В. Поліщук. За його даними пилкопродуктивність масиву фацелії може знаходитися у межах від 286,7 до 1017,1 кг за весь період цвітіння (Поліщук та Гайдар, 2008). Отже, зважаючи на високу пилкопродуктивність рослини, можемо розглядати її як джерело для виробництва бджолиного обніжжя у промислових обсягах з метою використання у харчовій промисловості.

За органолептичними властивостями бджолине обніжжя фацелії також цікаве, адже має від яскравого до темно-фіолетового забарвлення, приємний смак з легкою гірчинкою через підвищений вміст амінокислот, аромат скоринки свіжоспеченого хліба з квітковими нотами (Адамчук та Броварський, 2018).

Встановлено, що поліфеноли є одними з основних біологічно активних сполук у бджолиному обніжжі, які визначають їхню антирадикальну активність. Феноли діють як природні антиоксиданти, які протидіють вільним радикалами. Вміст фенольних сполук у обніжжі може значно змінюватись залежно від рослинного походження та періоду збору квіткового пилку бджолами (Straumite et. al., 2022). Згідно з результатами останніх досліджень (Végh et. al., 2022), пилки фацелії багаті фенольними компонентами та підходить для збагачення хлібобулочних виробів.

Відомо, що відмінності у мінеральному складі бджолиного обніжжя можуть бути пов'язані з різним ботанічним чи географічним походженням, через особливі умови росту рослин, такі як склад ґрунту, води, умов клімату тощо. Високі концентрації деяких мінералів у обніжжі фацелії (*Ph. thacetifolia*) були встановлені – Liolios et. al. (2019), а саме Р у кількості 9210 мг/кг, К – 11604 мг/кг та Са – 4464 мг/кг. Згідно з результатами досліджень Локутової (2006), вміст мінералів у обніжжі фацелії, отриманому в умовах України становить, мг/кг: К – 5969,0; Са – 1109,0; Mg – 610,0; Fe – 64,4; Na – 65,2; Zn – 46,6; Mn – 34,3; Cu – 4,59; Mo – 0,28; Со – 0,019; Р – 2239,0; амінокислот, % від загальної кількості кислот: аргінін – 1,10; валін – 1,30; гістидин – 0,50; ізолейцин – 1,00; лейцин – 1,70; лізин – 1,40; метіонін – 0,41; треонін – 0,94; фенілаланін – 0,94; аланін – 1,20; аспарагінова – 2,30; глутамінова – 1,00; гліцин – 2,70; пролін – 2,20; серин – 1,00; тирозин – 1,00; цистин – 0,12 (Адамчук та Броварський, 2018).

Автори (Conte et. al., 2018) стверджують, що додавання обніжжя не впливає на реологічні характеристики досліджуваного зразка хліба, у порівнянні з контролем. А от підвищений рівень добавки бджолиного обніжжя відображає значне покращення отриманого хліба – об'єм, текстурні властивості крихти, кольору скоринки та крихти, однорідність та структури крихти. Досліджуваний

хліб був м'якшим і повільніше проходив процес черствіння, порівняно з контрольним зразком. Дослідження Thakur and Nanda (2019), було спрямоване на оптимізацію, стабілізацію і вивчення бджолиного обніжжя, як функціонального компонента, додаванням сухого молока. За результатами експериментів виявили значну загальну кількість фенольних сполук в обніжжі консервованому сухим молоком, що ще вище в порівнянні зі свіжозібраним. Поряд з цим, запропоноване сухе молоко, яке збагачене поліфенолами обніжжя, може використовуватися в зернових, хлібобулочних, кондитерських та заморожених десертних виробках у створенні здорового та функціонального харчування.

Зважаючи на дослідження значної кількості зазначених у статті науковців щодо користі та використання бджолиного обніжжя, а також застосування його у виробництві харчових продуктів, вважаємо актуальним питання розроблення нової рецептури пшеничного хліба.

Метою цього дослідження було встановити вплив обніжжя фацелії на показники якості пшеничного хліба та відповідність готового продукту національним стандартам.

У теоретичних дослідженнях застосовували методи аналізу та синтезу наукової літератури за допомогою наукометричних баз Scopus та Google Scholar. Дослідження проводили в навчальній лабораторії кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, (Україна) та випробувальній лабораторії методів оцінки якості та безпечності продукції бджільництва ННЦ «Інститут бджільництва ім. П. І. Прокоповича». Бджолине обніжжя було зібране на приватній пасіці (с. Селезенівка, Київської обл., Україна).

У експериментальній частині роботи використовували національні загальноприйняті, стандартні методи органолептичних та фізико-хімічних досліджень щодо сировини та готового продукту, які описані, зокрема:

– органолептичне оцінювання готових виробів проводили згідно з ДСТУ 7044:2009 «Вироби хлібобулочні. Правила приймання, методи відбирання проб, методи визначення органолептичних показників і маси виробів», поміж показників визначили форму виробу, поверхню, стан м'якушки, колір, смак та запах;

– фізико-хімічні показників визначали згідно з ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико-хімічних показників».

Поміж фізико-хімічних методів досліджень, які зазначені в ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико-хімічних показників», визначали:

- вологість м'якушки визначали арбітражним методом – висушування проводили до постійної маси за температури $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, обчислювання проводили із точністю до 0,01;
- кислотність визначили титруванням дослідних розчинів гідроксидом натрію (NaOH) у присутності індикатору фенолфталеїну прискореним методом;
- визначення пористості полягає в обчисленні відношення об'єму пор м'якушки до загального об'єму хлібної м'якушки;
- масову частку цукру визначали прискореним йодометричним методом, для якого готували розчин гідролізованої сахарози;
- масову частку жиру визначили рефрактометричним методом, який відноситься до прискорених методів – вилучення жиру з наважки виробу розчинником.

Для збору бджолиного обніжжя використовували навісні пилковловлювачі. Збір відбувався за прийнятних погодних умов, було виключено замочування сирого обніжжя дощем та забруднення пестицидами внаслідок обробки сільськогосподарських культур в зоні продуктивного льоту бджіл. Лотки пилковловлювачів з обніжжям відбирали щоденно після закінчення льоту бджіл впродовж 20 днів, а саме на початку літа в червні місяці. Сире обніжжя піддавали зневодненню у сушильній шафі марки OPTIMA на 10 полиць, виробника LYSON за температури $+40^{\circ}\text{C}$ впродовж 12 год до вологості 12 %. Висушене обніжжя зберігали у герметичній тарі до подальшого використання. Для герметичної тари використовували гладкі вакуумні пакети виробника HENDI, товщиною плівки 75 мікрон. Після цього проводили процес вакуумування на вакуумному пакувальнику Profi Line 300 виробника HENDI.

Відбір проб обніжжя для аналізу здійснювали згідно з ДСТУ 3127–95 «Обніжжя бджолине (пилкок квітковий) і його суміші. Технічні умови». Ботанічне походження фацелієвого обніжжя визначали за методом пилкового аналізу. Для приготування розчину обніжжя у хімічному стакані зважували 10 г обніжжя з точністю до 0,01 г, додавали 50 см^3 дистильованої води, перемішували скляною паличкою та залишали на 15 хв. Далі розмішували до повного розчинення грудочок обніжжя. Розчин обніжжя переливали у три пробірки та центрифугували зі швидкістю 2700 об/хв упродовж 15 хв. З кожної пробірки зливали верхній шар рідини, додавали по 2 см^3 дистильованої води, перемішували та переливали в одну пробірку. Центрифугування повторювали. Після центрифугування рідину зливали, а з осаду брали краплю і переносили на предметне скло та залишили для підсихання на 2 год. Далі суспензію пилкових зерен фіксували краплею 10 % розчину спиртового фуксину та накривають покривним склом. Зразок досліджували під мікроскопом і підраховували

кількість пилкових зерен кожного виду (Броварський та ін., 2017). Кількість пилкових зерен кожного виду (X , %) розраховували за формулою:

$$X = 100 \frac{A}{B},$$

де A – підраховане число пилкових зерен кожного виду,

B – загальне число пилкових зерен.

У рецептурі зразка 1 використовували сушене, подрібнене (порошкоподібне) фацелієве обніжжя, у зразка 2 – сушене, неподрібнене (у природній формі пилкових грудочок).

Борошно пшеничне, яке використовували в процесі виробництва, відповідало вимогам галузевого стандарту України (ГСТУ) 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови, зокрема за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Отримані дані експериментальних досліджень систематизувати, аналізували, порівнювали з аналогічними результатами науковців.

Основними етапами виробництва хліба з додаванням обніжжя фацелії були підготування сировини та допоміжних матеріалів, приготування опари, замішування та оброблення тіста, випікання, охолодження та зберігання.

Підготовлене обніжжя додавали до двох зразків на етапі замішування тіста: для зразка 1, його подрібнювали до порошкоподібного стану за допомогою кутера; для зразка 2 – у природній формі, яка залишилася після процесу висушування.

Далі формували вироби та діяли згідно з технологічним процесом.

Випікали хліб у пекарних камерах за температури 220–240°C 40 хв до температури в центрі м'якуша 95–98°C.

Для підтвердження ботанічного сорту бджолиного обніжжя, проведено пилковий аналіз, результати наведені в табл. 9.4. Пилковий спектр відображено на рис. 9.8.

Таблиця 9.4. Ідентифікація бджолиного обніжжя

№	Вид, рід, родина	Пилкові зерна, %	№	Вид, рід, родина	Пилкові зерна, %
1.	Фацелія пижмолиста <i>Phacelia tanacetifolia</i>	95,4	5.	Глухокропівові, <i>Lamiaceae</i>	0,3
2.	Окружкові, <i>Apiaceae</i>	2,1	6.	Падеві елементи	0
3.	Люцерна, рід <i>Medicago</i>	1,7	7.	Інші включення	0
4.	Черсак, рід <i>Dipsacus</i>	0,5	8.	Механічні домішки	0

Після дослідження пилкового спектру середньої проби бджолиного обніжжя, встановили його високу монофлорність (95,4 %). На рисунку видно, що у видимому пилковому спектрі знаходяться пилкові зерна лише фацелії (*Ph. tanacetifolia*).

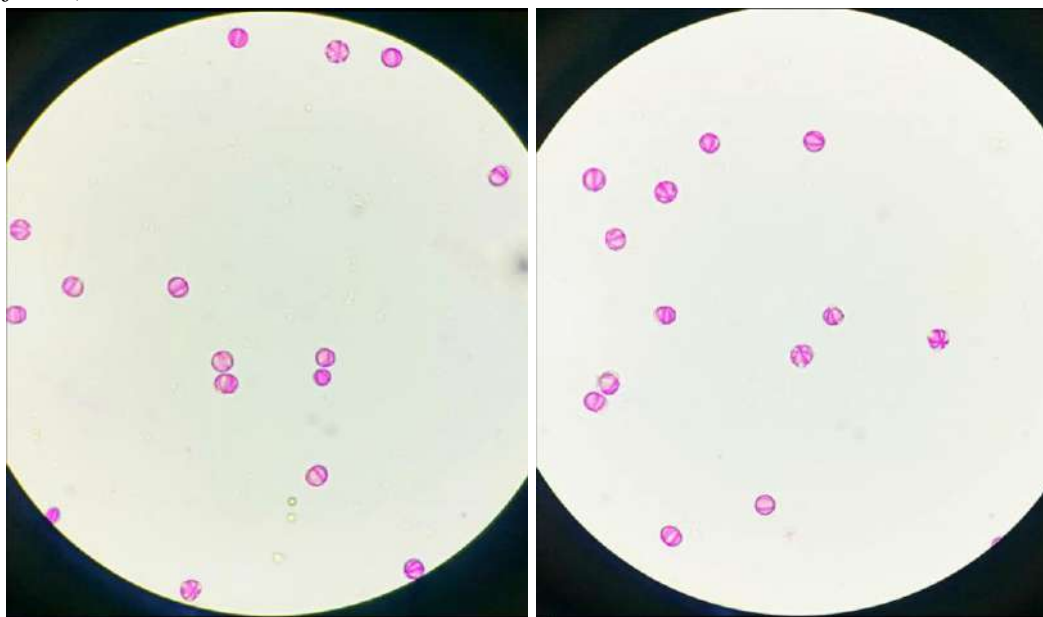


Рис. 9.8. Пилковий спектр бджолиного обніжжя з фацелії (зб. об. 40 x ок. 10)

У другому зразку передбачили зміна структури м'якуша за рахунок цілих пилкових грудочок бджолиного обніжжя. У зразку 1 для зміни структури та підвищення поживної цінності також додали сухе молоко та гарбузове насіння. Розроблена рецептура наведена у таблиці 9.5. Гарбузове насіння використовувалось, як харчова добавка, для надання зовнішнього та вигляду на розрізі, відповідного запаху та смаку та для підвищення біологічної цінності.

Таблиця 9.5. Рецептура пшеничного хліба з додаванням обніжжя фацелії

№	Назва сировини	Кількість, %	
		Зразок 1	Зразок 2
1.	Борошно пшеничне вищого сорту	48,0	52,9
2.	Сухе молоко	4,6	–
3.	Цукор	1,8	1,8
4.	Сіль	0,9	0,9
5.	Дріжджі пресовані	1,8	1,8
6.	Олія соняшникова	2,6	2,6
7.	Бджолине обніжжя з фацелії	4,3 ¹	5,0 ²
8.	Гарбузове насіння	6,0	–
9.	Вода	30,0	35,0
Разом		100	100

Примітки: ¹бджолине обніжжя з фацелії використовується сухе подрібнене (порошкоподібне); ²бджолине обніжжя з фацелії використовується сухе, неподрібнене (природної форми).

Після випікання готовий хліб виймали з форм та після охолодження проводили органолептичне оцінювання. Визначили основні показники, за якими здійснюється оцінювання та які є суттєвими у формуванні показників якості (табл. 9.6).

Таблиця 9.6. Органолептичне оцінювання готового виробу

Назва показника	Зразок 1	Зразок 2	За ДСТУ 7517:2014
Форма	Відповідає формі, у якій випікався, з незначно випуклою скоринкою, без бокових впливів.	Відповідає формі, з випуклою скоринкою, без бокових впливів.	Відповідає формі, у якій проводилося випікання, з дещо випуклою верхньою скоринкою, без бокових впливів.
Поверхня	Гладка, блискуча, рум'яна, з незначними тріщинами, без підривів.	Гладка, підрум'янена, з невеликими тріщинами та підривами.	Гладка або шорстка, без забруднень. З наколами, надрізами чи посипкою або без них, без великих тріщин і великих підривів. Для упакованих виробів дозволена зморшкуватість поверхні та часткове відпущення скоринки від м'якушки у разі нарізання скибками (частками).
Колір	Світло-коричневий, однорідний, без пригорілості.	Світло-жовтий з фіолетово-сірими розпливчастими краплями, без пригорілості.	Від світло-жовтого до темно-коричневого, без пригорілості.
Стан м'якушки	Без слідів непромісу, не ущільнена, рівномірна розвинута пористість. Повістю пропечена, з характерними включеннями гарбузового насіння.	Пропечена, без слідів непромісу, з включеннями обніжжя, та незначними грудочками навколо нього. З нерівномірною пористістю.	Пропечена, еластична, не волога на дотик, з розвинутою пористістю, без слідів непромісу й ущільнення м'якушки.
Смак	Приємний, ніжний, властивий цьому продукту, з відчутним гарбузовим присмаком насіння. Без сторонніх присмаків.	Нерівномірний хлібний смак. В місцях попадання на обніжжя – з гірчинкою.	Властивий цьому виду хліба, без стороннього присмаку і запаху.
Запах	Насичений хлібний, властивий цьому виду хліба, без сторонніх запахів.	Властивий цьому виду хліба.	Властивий цьому виду хліба, без стороннього присмаку і запаху.

Проаналізувавши результати органолептичного оцінювання, можна зробити висновки, що запропоновані рецептури дослідних зразків суттєво не відрізняються за зовнішнім виглядом (формою та поверхнею). Перевага використання сухого молока, гарбузового насіння та порошкоподібного обніжжя у першому зразку визначається за такими показниками:

- кольору – однорідний, привабливий, без розпливчастих вкраплень у порівнянні зі зразком 2;
- станом м'якушки – без грудочок та з розвинутою рівномірною пористістю у порівнянні зі зразком 2;
- смаком – приємний, ніжний з особливим присмаком гарбузового насіння;
- запахом – насичений хлібний, приємний.

Отже, за використання порошкоподібного обніжжя з фацелії та інших складників рецептури, отримали готовий продукт, який переважав за низкою показників органолептичного оцінювання.

Результати дослідження фізико-хімічних показників наведено у таблиці 9.7.

Таблиця 9.7. Фізико-хімічні показники спекеного хліба

Назва показника	Зразок 1	Зразок 2	За ДСТУ 7517:2014
Вологість м'якушки, %, не більше ніж	42,3	44,8	46,0
Кислотність м'якушки, град, не більше ніж	2,7	3,3	3,5
Пористість м'якушки, %, не менше ніж	75,2	70,5	70,0
Масова частка цукру в перерахунку на суху речовину, %	8,0	8,5	Згідно з розрахунковим вмістом за рецептурою з граничним відхиленням у бік зменшення, не більше ніж 1,0%
Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину, %	6,1	5,5	Згідно з розрахунковим вмістом за рецептурою з граничним відхиленням у бік зменшення, не більше ніж 0,5%

Варто зазначити, що хоча обидва зразки відповідають вимогам ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови», але для зразка 2 було отримано граничні результати. Це може свідчити, що рецептура хліба є зрештою не досконалою та, за незначних відхилень від технологічного процесу чи режимів виробництва, може не відповідати вимогам до фізико-

хімічних показників. У свою чергу, це може призвести до зміни термінів придатності, становити загрозу безпечності та якості продукту для споживача. Ймовірно, підвищена кількість вуглеводів (на 0,5%) була зумовлена більшою кількістю бджолиного обніжжя в рецептурі. Пористість м'якушки могла зменшуватися через використання бджолиного обніжжя у його природній формі грудочок та нерівномірного розміщення у товщі тіста.

Важливо також довести кращі властивості хліба запропонованої рецептури зразка 1 під час зберігання. Так, для цього два дослідних зразки за запропонованими рецептурами, а також придбаний у закладі роздрібної торгівлі зразок – хліб пшеничний «Сімейний», масою 300 г, з вмістом білків – 8,3, жирів – 2,4, вуглеводів – 51,7, залишали за температури $22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ на 6 днів, після чого фіксували зміни (табл. 9.8).

Таблиця 9.8. Органолептичні зміни в хлібі під час зберігання

Назва показника	Зразок 1	Зразок 2	Куплений зразок хліб пшеничний «Сімейний»
Зовнішній вигляд	Привабливий, з характерними включеннями гарбузового насіння. Поверхня тверда, під час розрізання кришився.	Відповідає формі, повністю черствий. Під час розрізання ламався і кришився.	Відповідає формі, з черствою скоринкою по всій поверхні, під час розрізання кришився.
Колір	Від світло-коричневого до сірого, однорідний.	Світло-жовтий з сірими розпливчастими краплями.	Світло-жовтий, в місцях прояву плісняви на розрізі – від сіро-зеленого до темно-зеленого.
Запах	Властивий цьому продукту, без сторонніх запахів.	Нейтральний хлібний з кислим відтінком.	Хлібний з помітним запахом плісняви
Смак	Хлібний, властивий цьому виду хліба, без сторонніх присмаків, відчувається, що хліб став сухішим.	Нерівномірний хлібний смак, гірчить.	Не досліджували.

Враховуючи результати органолептичного та фізико-хімічного дослідження готового продукту, а також органолептичного дослідження після 6 днів зберігання, очевидну перевагу отримує запропонована нова рецептура зразка 1. Це свідчить про раціональне співвідношення компонентів рецептури,

їхнє гармонійне поєднання, зокрема, яке було досягнуте завдяки поєднанню сухого молока, гарбузового насіння та бджолиного обніжжя.

Внаслідок оцінювання розробленої рецептури, можемо стверджувати, що отримали готовий продукт з потенційно високою біологічною цінністю, який може бути використаний для функціонального харчування, однак який ще потребує подальших досліджень. Поряд з цим інші вчені стверджують, що додавання до рецептур харчових продуктів використаних нами складників значно покращує їхні властивості.

Додавання сухого молока значно покращує якість хліба та подовжує термін зберігання, підвищує вміст білка та уповільнює процес черствіння. Завдяки білку молока, значно підвищується вміст незамінних амінокислот у хлібові. За даними науковців (Іщенко та ін., 2009), додавання сухого молока до складу хліба впливає на низку характеристик напівфабриката та, як результат, готового продукту – підвищується пружність та розтяжність клейковини, збільшується її гідратація, покращуються харчова та біологічна цінності хліба. Використання сухого молока та його компонентів, а також лактату кальцію дасть змогу збагатити хліб кальцієм. Саме кальцій органічних сполук, зокрема молочних продуктів найкраще засвоюється організмом людини (Рак та Юрчак, 2016).

Бджолине обніжжя містить значну кількість поживних та біологічно активних речовин, зокрема білків, ліпідів, амінокислот та антиоксидантів. Також підвищиться якість продукції, через додавання обніжжя, та буде позитивний вплив на людський організм, завдяки вмісту провітаміну А, вітамінів С, Е (Прудніков, Лосєв та Мазур, 2013). Використання продукції бджільництва значно впливають на хімічний, мінеральний склади кисломолочних продуктів, а також на кількість вільних амінокислот (Ломова та Сніжко, 2014). За дослідженнями Локутової (2016), фацелія пижмолиста містить понад 20% амінокислот, підвищений вміст заліза і цинку, а також інші життєво важливі компоненти. Як вказують автори, бджолине обніжжя добре поєднується з майонезними та вершково-молочними продуктами, позитивно впливає на склад продукції та органолептичні показники (Vovk and Paska, 2016). Інші дослідження (Філь, 2021), також підтверджують покращення харчової цінності, подовження термінів зберігання і покращення смакових властивостей продукту через додавання бджолиного обніжжя. Результати наших попередніх досліджень (Антонів та ін., 2022) підтверджують доцільність використання продуктів бджільництва у розроблянні рецептур та виробництві нових харчових продуктів, зокрема хліба. Вони дають змогу покращувати органолептичні показники, технологічний процес виробництва та покращувати харчову цінність хліба і відповідають вимогам державних стандартів.

За ствердженням Бойдуник (2016), для стабілізації якості та підвищення біологічної цінності борошняних виробів, зокрема кондитерських, рекомендують використовувати бджолине обніжжя. Це дасть змогу також частково задовольнити добову потребу організму людини необхідними речовинами. Так, в 20 г обніжжя міститься добова потреба організму людини в амінокислотах.

Бджолине обніжжя відносять до продуктів, які мають лікувальні та профілактичні властивості через оптимальне поєднання вітамінів і мікроелементів. Саме тому, його використовують, як біологічно активну добавку за виробництва харчових продуктів (Pylypchuk and Pylypchuk, 2021). Для вирішення питань щодо функціональних розладів жовчовивідних шляхів у дітей, було запропоновано вживати впродовж 30 денного терміну сушене бджолине обніжжя. За кількістю нутрієнтів, які містяться у складі сушеного пилку, він може компенсувати до 20% потреби цинку, 9% – міді, 9% – потреби магнію, 14% – заліза, а також майже 20% – добової норми вітаміну Е, до 12% – вітаміну В2, до 9% – вітаміну В1 – за умови споживання 20 г на добу. Це допомагало знизити клінічну симптоматику хвороби (Няньковський та Лабінський, 2016).

Враховуючи отримані результати цього дослідження, а також опираючись на отримані дані інших науковців видно, що ефективність та потреба використання продукції бджільництва, зокрема бджолиного обніжжя, у поєднанні з сухим молоком у виробництві харчових продуктів повноцінно доведена. Застосування фацелійового обніжжя, як інгредієнта та біологічно активної добавки позитивно впливає на органолептичні показники, зокрема запах, смак, колір, фізико-хімічні властивості пшеничного хліба. Також підвищує біологічну цінність продукту та забезпечує організм людини необхідними хімічними елементами.

За результатами дослідження було визначено вплив обніжжя фацелії у складі рецептури пшеничного хліба на показники якості та відповідність готового продукту національним стандартам. Пропонована рецептура зразка 1 дає змогу отримати високі органолептичні та фізико-хімічні показники, як свіжоспеченого, так і під час зберігання пшеничного хліба з фацелієвим обніжжям. Використання монофлорного бджолиного обніжжя з фацелії збагачує продукт необхідними життєво важливими компонентами, забезпечує організм біологічно активними речовинами, вітамінами, амінокислотами. Поєднання використання обніжжя з сухим молоком у виробництві пшеничного хліба потенційно подовжує терміни зберігання, позитивно впливає на органолептичні показники, зокрема колір, запах, смак, консистенцію та пористість. Так, впродовж тижневого зберігання, у дослідному зразку 1 не виявлено розмноження

плісняви чи очевидного погіршення показників якості. Під час ідентифікації бджолиного обніжжя за кількістю пилкових зерен (95,4%) було підтверджено, монофлорність. Основні фізико-хімічні показники отриманого готового виробу: вологість – 42,3%, кислотність – 2,7, пористість м'якушки – 75,2%. Загалом, нова рецептура виготовленого продукту, яка відповідає дослідному зразку 1, а саме борошно пшеничне вищого сорту – 48,0 %; сухе молоко – 4,6 %; цукор – 1,8 %; сіль – 0,9 %; дріжджі пресовані – 1,8 %; олія соняшникова – 2,6 %; бджолине обніжжя з фацелії – 4,31 %; гарбузове насіння – 6,0 %; вода – 30,0 %, повністю відповідала вимогам національного стандарту ДСТУ 7517:2014 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови.

Вважаємо доцільним використання бджолиного обніжжя з фацелії у виробництві нових харчових продуктів з функціональними властивостями. Перспективними будуть наступні дослідження у виявленні впливу на організм людини від споживання харчових продуктів з компонентами виробництва чи перероблення продукції бджільництва.

9.6. Розроблення рецептури житнього хліба з додаванням ріпакового меду, насіння льону і соняшника

Зважаючи на зростання популярності оздоровчого харчування поміж населення, є потреба розробляти нові рецептури продуктів першого вжитку. До таких в Україні належить хліб. Поряд із цим, мед як харчовий продукт здебільшого споживається, як готовий повноцінний продукт із профілактично-лікувальною дією на організм людини. Водночас мед може бути інгредієнтом інших харчових продуктів для підвищення їхньої поживної та біологічної цінностей.

Šedík et al. (2019) зазначають, що в таких країнах, як Словаччина й Румунія споживачі однаково відносять мед і до категорії їжа, і до категорії ліки. Проте, більшість споживачів переконані, що мед має лікувальну дію. Kaug et al. (2018) було розроблено зернові безглютенові батончики для споживачів із непереносимістю глютену. У якості зв'язувальної речовини був використаний мед. Застосовані в складі такі інгредієнти: кіноа, коричневий рис, насіння льону та сухофрукти. За результатами дослідження чотири склади були розроблені з використанням різних комбінацій зерен та різним вмістом меду (40, 50 і 60%). На основі сенсорного оцінювання, рецептура із вмістом меду на рівні 50% була визнана найкращою. Наукова робота Pintado et al. (2020) мала на меті отримати продукт, що може бути позначений такими висловами як: «з низьким вмістом насичених жирів», «без додавання цукру», «без солі» та «джерело клітковини»

(Regulation (EC) No 1924/2006). За результатами дослідження була запропонована оптимальна рецептура: 50 г 100 г⁻¹ черешні, 35 г 100 г⁻¹ мигдалю, 15 г 100 г⁻¹ меду, запікати в духовці за температури 120 °С 13 хв.

Зважаючи на попередні результати досліджень та актуальність використання меду, як харчового інгредієнта, метою цього етапу роботи було розроблення рецептури медово-житнього хліба, в якій цукор замінюється на ріпаковий мед.

Дослідження проводили на базі лабораторії методів оцінки якості та безпечності продукції бджільництва ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» та кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.

Сировина, яку використовували під час виробництва хліба медово-житнього, відповідала вимогам національних стандартів, а саме: ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови; ДСТУ 4498:2005 Патока крохмальна. Технічні умови; ДСТУ 4657:2006 Дріжджі хлібопекарські. Виробництво. Терміни та визначення; ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якістю; ДСТУ 8791:2018 Борошно житнє хлібопекарське. Технічні умови; ДСТУ 4967:2008 Насіння льону олійного для переробляння. Технічні умови; ДСТУ 4843:2007 Ядро соняшникового насіння. Технічні умови; ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови; ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови. З поправкою.

Упродовж роботи було два основних етапи – на першому досліджували якість напівфабрикату в процесі бродіння (визначили вологість, температуру тіста, кислотність); на другому – якість готового продукту. Визначення органолептичних показників готового продукту проводили, використовуючи стандартні методи досліджень за ДСТУ 4583:2006 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Поміж фізико-хімічних показників якості готового продукту визначили вологість, кислотність, пористість. Використані методики досліджень описані в праці Киричука та Авксентюка (2019). Сортність меду визначали методом мелісопалінології (Adamchuk, 2020).

Одним із головних завдань заміни цукру медом, є збереження основних показників якості, а також виготовлення нового харчового продукту.

Задля розв'язання поставленого завдання було розроблено нову рецептуру хліба (табл. 9.9). У цій рецептурі цукор замінюється на мед, а також додається, як харчова добавка. Мед, який додається, дає змогу розрідити консистенцію виробу, а також, за використання запропонованої кількості, прискорює інтенсивність бродіння.

Таблиця 9.9. Рецептúra хліба медово-житнього з насінням

№	Сировина	Кількість, %
1	Борошно житнє	31,1
2	Пшеничне борошно	13,8
3	Солод	4,2
4	Мед	4,2
5	Вода	41,5
6	Дріжджі сухі	1,5
7	Сіль	2,2
8	Насіння льону	0,5
9	Насіння соняшника	1,0

Процес виробництва хліба складав такі етапи: підготування сировини, приготування й оброблення тіста, випікання, охолодження, зберігання. На етапі підготовлення сировини змішували житнє та пшеничне борошно, у воді окремо розчиняли солод, сіль. Мед і дріжджі розчиняли разом та залишали на 15 хв до початку активізації дріжджів.

Далі підготовлену сировину змішували, додавали борошно, насіння льону та соняшника, замішували тісто. Залишали для бродіння (орієнтовно 1,5–2 год), у процесі якого відбувалося обминання, а також брали зразки для визначення вологості та кислотності (табл. 9.10.).

Таблиця 9.10. Показники якості напівфабрикату

Зразок №	Вологість, %	Кислотність, °Н	Температура °С
1	48,5	8,5	28,5
2	48,0	8,5	28,5
3	49,5	7,5	29,0
4	51,0	9,0	29,5

У такий спосіб визначали кінець дозрівання тіста. Після закінчення бродіння, тісто розділяли на буханки, поміщали у форми для випікання та залишили ще на 1,5 год. По закінченню другого відстоювання форми з тістом поміщали в печі на 40 хв за температури 185–200° С. Після випікання, форми з хлібом виймали з печі та залишили в них для остигання.

Для проведення дослідження було відібрано чотири зразки. Вибірка проводилася з різних частин тіста, під кінець закінчення бродіння. Дані, отримані після проведення дослідження тіста вказують на правильність процесу дозрівання, та дають змогу отримати готовий продукт бажаних властивостей. Завдяки меду, яким був замінений цукор, у процесі дозрівання дріжджі добре виконали свою роль, а динаміка розмноження культур у процесі дозрівання підтверджувалася отриманими позитивними результатами оцінювання напівфабрикату.

Ймовірно, не всі ботанічні сорти меду можуть однаково впливати на процеси бродіння. У дослідженнях нами використано монофлорний ріпаковий мед. Результати мелісопалінологічного аналізу подано в таблиці 9.11.

Таблиця 9.11. Ідентифікація сорту меду

№	Вид, рід, родина	Пилкові зерна, %	№	Вид, рід, родина	Пилкові зерна, %
1	Ріпак <i>Brassica napus</i>	58,2	6	Інші (суміш, менше 0,1%)	2,0
2	Робінія звичайна <i>Robinia pseudoacacia</i>	22,4	7	Крушина ламка <i>Frangula alnus</i>	2,0
3	Чорнокорінь лікарський <i>Synoglossum officinale</i>	5,1	8	Айстрові родина <i>Asteraceae</i>	1,0
4	Аморфа кущова <i>Amorpha fruticosa</i>	4,1	9	Підбіл звичайний <i>Tussilago farfara</i>	1,0
5	Розові родина <i>Rosaceae</i>	3,1	10	Падеві елементи	1,0

Примітка. Монофлорність визначена за домінуючими пилковими зернами (predominant pollen $\geq 30\%$) ріпаку (*Brassica napus*)

За наявністю пилкових зерен (980 шт./препарат), досліджений зразок меду відповідає вимогам ДСТУ 4497:2005 Мед натуральний. Технічні умови. Наявність високого відсотку акації (22,4%) дозволило впродовж випробувань зберігати мед у рідкому стані.

Готовий випечений хліб відразу після печі відправляли на органолептичний (табл. 9.12) та фізико-хімічні (табл. 9.13) аналізи.

Таблиця 9.12. Органолептичні показники медово-житнього хліба

Назва показників	Характеристика	
	Дослідний зразок	ДСТУ 4583:2006
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Зовнішній вигляд	Відповідає хлібній формі з випуклою верхньою скоринкою, без бокових впливів	Відповідає формі, в якій проводили випікання, без бокових впливів. Дозволено форму у вигляді виробу або частини його, нарізаного скибками
Поверхня	Гладка, блискуча, підрум'янена, з невеликими тріщинами	Відповідає виду виробу, без забруднення, дозволено невеликі тріщини та підриви. Для упакованих виробів дозволено незначну зморшкуватість; для нарізаних виробів зі слідами розрізів

Продовження таблиці 9.12

1	2	3
Колір	Насичений коричневий, без пригорілої	Від світло-коричневого до темно-коричневого, без пригорілої
Стан м'якушки	Пропечена, без слідів непромісу та грудочок. Еластична, дещо ущільнена. З характерними включеннями насіння льону та соняшника	Пропечена, без слідів непромісу; у заварних сортів хліба – з незначною липкістю; у виробів з фруктами сушеними, горіхами, ядрами насіння, зерновими та круп'яними добавками тощо – дещо ущільнена
Запах	Специфічний, властивий цьому продукту, відчувається запах меду, без сторонніх запахів	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху
Смак	Приємний, властивий цьому продукту, солодкуватий, з присмаком меду та насіння, без сторонніх присмаків	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку

Згідно з отриманими результатами, органолептичні показники дослідних зразків відповідали вимогам національного стандарту ДСТУ 4583:2006 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна.

До особливостей отриманого продукту можна віднести блискучу підрум'янену скоринку, приємний медовий аромат та смак. Додатково можемо зауважити, що поєднання кислоти житнього хліба із солодкістю меду та прянощами насіння, дійсно забезпечило створення цікавої, специфічної, але водночас приємної смакової композиції.

Таблиця 9.13. Фізико-хімічні показники м'якуша медово-житнього хліба

Назва показників	Характеристика	
	Дослідний зразок	ДСТУ 4583:2006
Вологість м'якуша, %, не більше	47,5	41,0–53,0
Кислотність м'якуша, град., не більше	8,0	5,0–12,0
Пористість м'якуша, %, не менше	48,0	46,0

Згідно з отриманими даними, показники вологість, кислотність та пористість м'якуша були в межах встановлених норм національного стандарту. Отже, під час використання меду, як заміника цукру та харчової добавки, нами не було виявлено негативного впливу на якість готового виробу.

Варто зазначити, що за додавання меду, готовий виріб має приємний смак та аромат, м'яку, подекуди ущільнену м'якушку, рівномірне та насичене забарвлення. За додавання зазначеної кількості насіння, хліб має гладку рум'яну поверхню, правильну форму, а також характерні вкраплення на місці насіння.

Необхідність застосування меду в складі рецептур харчових продуктів доведена багатьма вченими. Попри те, що вуглеводи разом із водою складають майже 95 % сухої маси меду та є основними його компонентами, ще 2,1 % маси меду становлять більше ніж 181 сполука. Поміж них органічні кислоти, поліфеноли, вітаміни, мінерали, спирти, ароматичні сполуки, каротиноїдоподібні речовини та ферменти (Da Silva et al., 2016; Nikhat and Fazil, 2022). Флавоноїди та фенольні кислоти є основними біологічно активними сполуками, що містяться в усіх сортах меду, хоча їхній профіль варіює залежно від ботанічного джерела, географічного походження, клімату тощо (Šarić et al., 2020; Viteri et al., 2021; Sawicki et al., 2022). Кверцетин, фенетиловий ефір кавової кислоти, акацетин, галангін і кемпферол знижують ризик розвитку ішемічної хвороби серця завдяки своїм антиоксидантним, антитромботичним і судинорелаксуючим ефектам (Zarei, Fazlara and Alijani, 2019; Zarei, Fazlara and Tulabifard, 2019; Hunter et al., 2021).

Крім того, високою біологічною активністю характеризуються також пептиди та амінокислоти меду. У різних сортах меду виявлено біля 71 різних пептидів, поміж них серинові протеази, α - і β -амілаза, α -глюкозидаза і глюकोзооксидаза є основними ферментами. Активність діастази (α -амілази), що відповідає за гідроліз складних сахаридів, є мірою тривалості зберігання та одним із показників якості меду. Дефензин-I і основний білок маточного молочка-I характеризуються антимикробною активністю проти грамполозитивних мікроорганізмів, а гіменоптаєцин має антибактеріальну активність, як проти грамнегативних, так і проти грамполозитивних бактерій (Rózańska and Osek, 2012).

Також у зразках меду було зафіксовано майже 12 відомих алергенів, зокрема, трансферин-I, аполіфорини, гістон h4, антитромбін-III та глюкозилцерамідазоподібні білки. Наявність щонайменше 180 мг/кг проліну в меду вважається маркером якісного меду (Nikhat and Fazil, 2022).

1,2-дикарбоніли є високореакційноздатними продуктами, що утворюються в результаті неферментативного метаболізму глюкози, асоційовані з кольором, смаком і ароматом меду. Так, метилгліоксаль зумовлює безпероксидну антибактеріальну активність меду щодо грамполозитивних і грамнегативних бактерій. Нещодавно також була з'ясована його анти-VІІ-активність через блокування збирання віріонів на пізніх стадіях інфекції (Martinez-Armenta et al., 2021; Nikhat and Fazil, 2022).

Вітаміни становлять незначну, але важливу складову меду й добре зберігаються завдяки кислому рН (Hunter et al., 2021). Загалом, у більшості видів меду присутні водорозчинні вітаміни в концентрації 40 мг/кг або менше (Nikhat and Fazil, 2022).

Додавання насіння льону та соняшника підвищують біологічну цінність хліба. Також вони використовуються, як продукти для функціонального харчування. Насіння льону містить більше ніж 25% харчових волокон, є джерелом жирних кислот, великої кількості амінокислот та клітковини (Anurag, Prakruthi and Mahesh, 2020). Насіння соняшнику є суттєвим джерелом поповнення вітаміну В6, містить велику кількість макро- та мікроелементів, зокрема, кальцій, цинк, залізо, калій, магній. Також насіння соняшнику може використовуватися, як джерело рослинного білка (Коваль та Ковтун, 2014).

QunyuTong et al. (2010) у своїх дослідженнях для виробництва хліба використовували медовий порошок, як контрольний зразок використовували рецептуру з цукром. За даними авторів, використання меду в рецептурі хліба покращує реології тіста. На виході будуть кращі сенсорні та текстурні властивості хліба у порівнянні з контрольною рецептурою. Додавання 5–10% порошку меду значно покращило хлібопекарські якості хліба.

Kim, Eun-Ji and Lee, Kwang-Suck (2013) у ході експериментальних досліджень доводять, що час ферментації скорочується у 2–2,5 рази. У процесі зберігання впродовж 72 год, хліб із медом мав найбільшу вологість у порівнянні зі звичайним. Поміж органолептичних показників хліб, у який додавався мед, мав вищі показники та перевагу, що свідчить про позитивний вплив меду в складі рецептури.

Зважаючи на вищезазначене, можна зробити висновок, що отримані результати досліджень узгоджуються з результатами інших науковців та можуть бути актуальними для подальших досліджень.

Встановлено доцільність заміни цукру в рецептурах хліба житнього на монофлорний ріпаковий мед. Про це свідчать отримані органолептичні та фізико-хімічні показники якості, що містяться в межах вимог національного стандарту України.

Використання меду, за запропонованого співвідношення до іншої сировини, дає змогу прискорити процес бродіння у 1–1,5 рази, а також розріджує консистенцію. Використання добавок, таких, як насіння льону та соняшнику підвищують біологічну цінність готового виробу, покращують смакові властивості та органолептичні показники загалом.

На основі отриманих результатів досліджень визначені шляхи для продовження експериментальних досліджень, зокрема, розглянути можливість функціонального призначення медово-житнього хліба з використанням різних харчових добавок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Абрамов А.В., Новожицька Ю.М., Тереш Н.І. (2004). Визначення хлорорганічних, фосфорорганічних та пестицидів синтетичної групи піретроїдів в меді методом газової хроматографії: методичні вказівки. Київ, 20 с.
- Авер'яненко Л.П. Калькулювання собівартості продукції бджільництва. Взято з <http://magazine.faaf.org.ua/>
- Адамчук Л. О. (2020) Ефективне використання бджіл для запилення садів та ягідників: метод. реком. К.: СТ-Друк, 130.
- Адамчук Л. (2020). Удосконалення методики ботанічної ідентифікації меду. *Food Science and Technology*, №14(4). doi: 10.15673/fst.v14i4.1895
- Адамчук Л., Лазарева Л., Лісогурська Д., Акименко Л., Фурман С., Гера О., Лісогурська О., Двикалюк Р. *Рекомендації щодо виробництва меду натурального в умовах органічної пасіки: методичні рекомендації*. (2021). К.: ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», 70 с.
- Адамчук Л., Лісогурська Д., Двикалюк Р., Фурман С., Лісогурська О., Гера О. (2021). *Рекомендації щодо виробництва бджолиного обніжжя в умовах органічної пасіки: методичні рекомендації*. К.: ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», 2021. 100 с.
- Адамчук, Л. О. (2014). Характеристика соняшникового меду різних регіонів України. *Продовольча індустрія АПК*, 6(32), 34–39.
- Адамчук, Л. О., Сілонова, Н. Б., Сухенко, В. Ю. та Пилипко, К. В. (2021). Нормативне регулювання показників безпечності та якості меду. *Animal science and food technology*, 11(4), 5–18. doi: 10.31548/animal2020.04.005
- Адамчук, Л. О., Сухенко, В. Ю. (2020). *Науково-технічне обґрунтування системи оцінювання безпечності та якості меду*, Збірник праць за підсумками VIII Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів (9 квітня-10 квітня 2020 р., м. Київ). Київ: РВВ НУБіП України, 15–20.
- Адамчук, Л., Білоцерківець, Т. (2015). Медопродуктивність фацелії пижмолистої залежно від способу сіви. *Тваринництво України*, (5), 10–14.
- Адамчук, Л., Дудченко, Н., Лісогурська, Д., & Пилипко, К. (2021). Дослідження оригінальних сортів меду. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*, 4(1), 137–157. <https://doi.org/10.31866/2616-7468.4.1.2021.234835>
- Адамчук, Л., Сухенко, В., Акулюнок, О., & Бріндза, Я. (2021). Дослідження лавандового меду. 60–62. Взято з https://www.researchgate.net/publication/352667161_DOSLIDZENNA_LAVANDOVOGO_MEDU_Research_of_lavender_honey_In_Ukrainian.
- Адамчук, Л., Сухенко, В., Діхтяр, О., & Бріндза Я. (2019). Визначення антиоксидантної активності продуктів бджільництва. *Продовольча індустрія АПК*, 5-6, 8–12.
- Алпатов, В.В. (1948). Породы медоносной пчелы. М.: *Московское общество испытателей природы*, 184.
- Андрощулік, Р. Л., & Ковальчук, І. І. (2021). *Активність каталази в гемолімфі та тканинах організму бджіл залежно від рівня введення до цукрового сиропу цитрату*. Mg. In Conference «Modern methods of diagnostic, treatment and prevention in veterinary medicine», pp. 18–19.
- Антонів, А. Д., Адамчук, Л. О., Лісогурська, Д. В., Пилипко, К. В. (2022). Розроблення рецептури медово-житнього хліба. *Бджільництво України*, 1(8). 7–13. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.8.01>
- Бабенко Г.О. Єрстенюк А.М. (1997). *Вплив токсичних концентрацій кадмію на гемопоєз*. Матеріали VII Українського біохімічного з'їзду. Київ: Видавництва НАУ, Ч. III. С. 104–105.
- Багрій І. Г. (2006). Про генетичне походження українських бджіл. *Пасіка*, 8. 2–3.
- Бакулов, І. А., Третьяков А. Д. (1979). Посібник із загальної епізоотології. *Колос*, 424 с
- Баркарь, С. В. (2019) *Методи біотехнологічних досліджень*. Методичні рекомендації. Миколаївський національний аграрний університет, 30. Взято з http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6396/1/Metody_biotekhnolohichnykh_doslidzhen.pdf
- Бджільництво України: стан, проблеми, шляхи розв'язання. (2019). *Національна Академія Аграрних Наук України*, Взято з http://naas.gov.ua/news/?ELEMENT_ID=5061.
- Безпалій, І. Ф. (2011). Обґрунтування одержання забрусового меду.
- Білоус Н. В., Купчик О. Ю. (2016). *Якість меду як показник екологічності території*. Інноваційний розвиток інформаційного суспільства: економіко-управлінські, правові та соціокультурні аспекти: зб. матеріалів V міжнар. Наук.-практ. інтернет-конф. студентів, аспірантів і молодих учених (м. Чернігів, 23 грудня 2016 р.). Черніг. нац. технол. ун-т, Чернігів. 13–16
- Боднарчук Л.І., Багрій І. Г., Бугера С. І. (1996). Племінна робота у бджільництві з основами біометрії. К.: *Інститут бджільництва ім. П.І. Прокоповича УААН*, 34.
- Бойко, С. А., Сімахіна, Г.О. (1998). Пошук та розроблення засобів виведення радіонуклідів з організму людини. *Наукові праці УДУХТ*, №4, 33–34.
- Броварский В.Д. (2017). *Идентификация органических компонентов воздуха пчелиного гнезда*. Forumul național al apicultorilor cu participare internațională. Realizări și perspective în apicultură, dedicat aniversării a «100 ani de la nașterea distinsului savant Veaceslav Harnaj», 1-2 decembrie 2017 / coord., red.șt.: Nicolae Eremia. – Chișinău : 102.

- Броварський В. Д., Бріндза Я., Отченашко В. В., Повозніков М. Г., Адамчук Л. О. (2017). Методика дослідної справи у бджільництві : навчальний посібник. Київ: Видавничий дім «Вініченко». 166 с.
- Броварський, В. Д. (2018). Технологія одержання конденсату повітря бджолиного гнізда. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 271, 217–225.
- Бугера С. І. (2008). Виробництво екологічно чистих продуктів глузі бджільництва – актуальна проблема сьогодення. *Пасіка*, № 8. С. 2–3.
- Будяк, Р. В. (2020). Сфери промислового використання продуктів бджільництва та вимоги ЄС до їх якості. Всеукраїн. наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми підвищення якості, безпеки виробництва та переробки продукції бджільництва». 4 с. Взято з <http://socrates.vsau.org/>.
- Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур. Взято з http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/sg/vmod/arch_vmodsg_u.htm (дата звернення 16.10.2022).
- Войціцький, В. М., Хижняк, С. В., Мідик, С. В., Колесникова, Т. П., Морозова, В. С., Слива, Ю. В., Корнієнко, В. І. (2021). *Визначення поліхлорованих біфенілів хроматографічним методом*. Методичні рекомендації. ТОВ «Прінтеко», 60. Взято з <http://dSPACE.nubip.edu.ua:8080/jspui/bitstream>
- Гайдар, В. А., Поліщук, В. П., Головецький, І. І. (2005). Визначення породної належності бджіл методом ДНК–тестування. *Український пасічник*, 1, 5–8.
- Галат, В. Ф., Артеменко, Ю. Г., Прус, М. П. та ін. (1999). *Практикум з паразитології* / К.: Урожай, 192 с. ISBN 966-05-0106-4.
- Галат, В. Ф., Березовський, А. В., Прус, М. П., Сорока, Н. М. (2003). *Паразитологія та інвазійні хвороби тварин*: підручник. К.: Вища освіта. ISBN 966-8081-08-0.
- Галатюк, О. Є., & Тушак С. Ф. (2016). Епізоотологічний моніторинг заразних хвороб медоносних бджіл у північно-західному регіоні України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*, 237, 372–379.
- Головецький, І. І., Лосєв, О. М. (2013). Санітарно-гігієнічні аспекти ведення бджільництва. Київ: ТОВ «НВП» *Інтерсервіс*, 312 с.
- Горніч М. (2000). Про назву українських бджіл. *Український пасічник*, 11. 26–31.
- Горніч, М. (2018). Вароатоз бджіл: проблеми і вирішення. *Пасіка*, 4, 15–17.
- Гречка, Г. М. (2011). Сучасний медозбір і його використання бджолиними сім'ями. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 3, 63–67.
- Гречка, Г. М. (2013). Господарська цінність українських степових бджіл. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2, 67–69.
- Гречка, Г. М., Сенчук Т. Ю. (2020). Особливості флороспеціалізації українських бджіл у лісостеповій зоні. *Бджільництво України: науково-виробничий журнал*, 5. 7–14. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2020.5.01>.
- Гречка, Г. М., Сенчук, Т. Ю., Пелюхня, І. С., Кулинич, І. М., & Соловійова, Т. М. (2022). Особливості гігієнічності бджіл на тлі інших біологічних ознак. *Науково-Виробничий Журнал «Бджільництво України»*, 1(6). doi.org/10.46913/Beekeepingjournal.2021.6.02.
- Григорків, Л. М. (2018). Порівняльна оцінка якості бджіл від маток різних поколінь генеалогічних груп. *Бджільництво України*, 3. 29–35.
- Григорків, Л.М. (2010). Вплив сили батьківських сімей на вирощування ранніх трутнів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково – виробничий, фаховий журнал*, 3. 104–106.
- Губин, В. А. (1975). К вопросу о происхождении украинских пчел. *Пчеловодство*, 5. 24–25.
- Давиденко, І. К., Микитенко, Г. Д., Челак, С. О. (1984). Прискорений метод оцінки чистопородності медоносних бджіл. *Бджільництво*, 16. 12–15.
- Двикалюк, Р. (2018). Розробка пристрою для одержання конденсату вуликового повітря. Світовий досвід у галузі бджільництва та перспективи розвитку в Україні. Світовий досвід у галузі бджільництва та перспективи розвитку в Україні. *Бджільництво України – як основа продовольчої безпеки і збереження довкілля*, ПДАТУ, м. Кам'янець-Подільський, Україна. 34–37.
- Двикалюк, Р. М., Адамчук, Л. О., Антонів, А. Д. (2022). Перегляд національних нормативних вимог до якості прополісу на відповідність міжнародним стандартам. *Тваринництво та технології харчових продуктів*, Том 13, №2.
- Двикалюк, Р., Адамчук, Л. (2021). Перспективи отримання води з гнізда медоносних бджіл. Тези доповідей І Міжнародної науково-технічної конференції «Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти», 45–46. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35452>
- Двойнікова О.П. (2013). *Актуальність включення прополісу як поліфункціональної добавки до складу масляної пасти*. Взято з <http://dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/8657/1/dvoynikova.pdf>.
- Державна служба статистики України. Взято з <https://www.ukrstat.gov.ua>
- Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Взято з <https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html> (дата звернення 16.10.2022).
- Держспоживстандарт України. (2007). *Мед натуральний. Технічні умови: ДСТУ 4497:2005*. Київ.

- Держспоживстандарт України. (2007). *Прополіс (бджолиний клей) Технічні умови*. ДСТУ 4662:2006 [Чинний від 2007–07–01]. К.: 18 с.
- Димань, Т. (2006). Функціональні продукти: користь і здоров'я. *Харчова і переробна промисловість*, 8-9. С. 24–25.
- Діхтяр, О. О. (2018). *Оцінка медоносно-кормової бази лісових угідь*. Збірних наукових праць Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 25 річчю каф. розв., ген. тв. та біотехнології Жит. нац. агрокол. універ., 20 квітн., 2018. Житомир: Полісся, 148–151.
- Діхтяр, О. О. (2018). Якість соняшникового меду, отриманого в умовах радіоактивно забруднених агроландшафтів Полісся. *Науковий вісник НУБіП України, Київ*. : ВЦ НУБіП України, 289, 163–170.
- Діхтяр, О. О. (2019). Удосконалення технології утримання бджолиних сімей на медозборі з соняшника в умовах Житомирщини. (Дис. канд. с.-г. наук). *Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ*.
- Єфименко, Т. (2015). Нозематоз: збудники, шкодочинність, діагностика. *Пасічник*, 8, 9–10.
- Єфименко, Т. М. (2016). Обов'язкові заходи профілактики хвороб бджіл. *Пасіка*, 5, 14.
- Єфименко, Т. М., & Односум, Г. В. (2022). Нагальні проблеми бджільництва в Україні. *Науково-виробничий журнал «Бджільництво України»*, 1(2). Взято з https://www.journalbeekeeping.com.ua/index.php/1_4/article/view/89
- Заверуха Н. М., Серебряков В. В., Скиба Ю. А. (2006). *Основи екології: Навч. посібн. Київ: Каравела*, 368 с.
- Закалюжний, В. М. (2014). *Забрус – маловідомий та цінний продукт бджільництва*, Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Полтава: Астроя, 41–43.
- Закалюжний, В. М., Кравченко, Л. В. (2011). *Оздоровлення бджіл від аскоферозу. Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України*. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Полтава: Астроя, 25–27. Взято з <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/11525>.
- Злотін, О. (1988). Свійські комахи. *Київ: Радянська школа*.
- Іванова, О. М., Галкін, О. Ю., Іванова, О. М., & Галкін, А. Ю. (2017). Порівняльна характеристика фізико-хімічних і біохімічних методів визначення метаболітів нітрофуранів у продуктах харчування. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*, 3, 109–118. <https://doi.org/10.20535/1810-0546.2017.3.100683>
- Калина, В. С., & Олійник, О. В. (2019). Удосконалення рецептури кремове-збивних цукерок «Чарівне молоко», збагачених бджолиним обніжжям. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, 2 (69), 93–98.
- Карпенко О. О., Муравкіна М. О. (2012). *Оцінка еколого-економічних наслідків від нераціонального використання пестицидів на регіональному рівні*. Економічні інновації: Зб. наук. пр. Одеса: ІПРЕЕД НАН України. Вип. 48. 140–149.
- Кисіль, Д., & Фотіна Т. (2018). Моніторинг епізоотичної ситуації щодо змішаних інфекційних хвороб бджіл у Північно-Східному регіоні України. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Ветеринарні науки*, 20 (83), 381–384. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8375>
- Китаєва, А. П., Хамід, К. О., Семенова, З. Т., Китаєва, А. П., Хамід, К. А., & Семёнова, З. Т. (2016). Лікувальні властивості меду різних регіонів України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2(89), 137–143.
- Кишеня, А. В. (2015). Використання плівкоутворюючих покриттів в м'ясній промисловості. *Наукові праці: Одеська національна академія харчових технологій*, 48. С. 115–118.
- Клим, О. Я. (2020). Інтенсивність нагромадження важких металів і жирних кислот у тканинах та продукції бджіл в умовах Заходу України. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. *Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН*.
- Кляп, Н. І., Крачковська, О. О., Маслюк, А. В., Мостіпан, К. С., & Київська, Г. В. (2020). Контроль вмісту залишкових кількостей антибіотиків у продуктах тваринного походження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2, 187–193. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.23>.
- Коваленко, Н. П. (2012) Екологічно збалансовані сівозміни в системі альтернативного землеробства: історичні аспекти. *Агроекологічний журнал*, 4, 95–99.
- Ковальчук, І. І., & Федорук, Р. С. (2008). Медоносні бджоли та мед – біоіндикатори забруднення навколишнього середовища важкими металами. *Біологія тварин*, 10(1-2), 24–32.
- Конденсаційна рамка для зменшення вологості усередині вулика та добування конденсату : пат. 129535 Україна : МПК А01К 47/06, А01К 49/00. № u 201808629 ; заявл. 09.08.2018 ; опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20.
- Кононенко, В.К., Ібатулін, І. І., Патров, В. С. (2003). *Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві: навч. видан. для студ. вищ. навч. закл. К. 133.*
- Кременчук, Р. І. (2020). *Формування агроценозу лаванди вузьколистої за різних способів розмноження та технології вирощування в лісостепу* (Дис. канд. с.-г. наук). Київ.
- Кривцов Н. И., Лебедев В. И., Туников Г. М. (2007). *Пчеловодство*. М.: Колос, 512.
- Кучерявий, В. П., Жуковская, Т. С. (2019). *Проведення профілактичних заходів по боротьбі з вароатозом на пасіці*. Аграрна наука и харчові технології : зб. наук. праць. Вінниця. (108), т. 1, 2; 71–77. Взято з <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/25283.pdf>.

- Кучерявий, В. П., Разанова, О. П., & Разанов, О. С. (2018). Зміцнення кормової бази для бджіл шляхом посіву головатня круглоголового. *Аграрна наука та харчові технології*, 2(101), 44–49.
- Лазарева, Л. М. Радіологічний контроль меду бджолиного з різних регіонів України. *Продовольча індустрія АПК*. 2016. № 5 (41). С. 39–42.
- Лахман, А., Галатюк, О., Романишина, Т. та Бехас, В. (2022). Епізоотична ситуація щодо заразних хвороб бджіл у Північно-Західних областях України. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Ветеринарні науки*, 24 (106), 49–53. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10608>
- Левченко, І. А. (1976). Передача інформації о координатах источника корма у пчелы медоносной. *К.: Наукова думка*. 251 с
- Лесовой, М., Лисогурская, Д., Адамчук, Л. (2020) Продученты пади и характеристика падевого мёда: Научная монография. *Нитра: словацкий университет в Нитре*, 132 с. doi: 10.15414/2020.9788055222752.
- Лісогурська, О. В. (2017). Закономірності міграції ¹³⁷Cs у ланцюгу ґрунт – рослина ріпаку в умовах радіоактивного забруднення Житомирського Полісся. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. Вип. 5/2 (32). С. 61–66.
- Лісогурська, О. В. та ін. (2018). Ріпак озимий у структурі медоносних угідь Житомирщини. *Вісник СНАУ*. Вип. 2 (34). С. 169–173.
- Лісогурська, О.В. (2015). Якість ріпакового меду, одержаного на Житомирському Поліссі. *Наук. вісник НУБіПУ*. 223. С. 126–131.
- Лісогурська, О.В. та ін. (2014). Бактерицидність та бактеріостатичність ріпакового меду. *Вісник ЖНАЕУ*. 2 (44), 3. С. 170–175.
- Ломова, Н. М. Сніжко, О.О. (2014). Вплив меду, маточного молочка та бджолиного обніжжя на хімічний склад йогурту. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*, № 3. Взято з http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2014_3_13.
- Люта, В. А., Заговора, Г. І. (2001). Мікробіологія з основами вірусології та імунології. *К.: Здоров'я*. 36–42.
- Маслій, І. Г., Беліба, Л. П., Десятникова, О. В., Рудова Н. Г (2017). Діагностика вірусних хвороб бджіл в Україні за використання ПЛР. *Ветеринарна медицина*, 103, 134–138.
- Маслій, І.Г., Немкова, С.М., Ступак, Л.П., Десятникова, О.В. (2015). Моніторинг хвороб бджіл в Україні. *Ветеринарна медицина*. 101. 116–121.
- Матушкіна, Н. О. (2020). Ентомологія: курс лекцій. *Київ: КНУ*.
- Мегедь, О., Поліщук, В. (1987). Бджільництво. *Київ: Вища школа*.
- Метлицька О. І., Поліщук В. П., Таран, С. І. (2010). Застосування методів морфометрії та молекулярно-генетичної оцінки при визначенні чистопородності українських бджіл. *Біологія тварин (науково-теоретичний журнал): зб. наук. пр. Львів: ІБТ НААН України*. Том 12, 1. 254–259.
- Метлицька, О. І., Субота, Ю. В., Таран, С.І., Копилова К.В. (2012). *Генетичні особливості внутрішньотипової структуризації бджолиних сімей української породи*. Збірник наукових праць ПДАТУ. Вип. 20. 180–182.
- Методичні вказівки по диференційній діагностиці інфекційних хвороб бджіл. (1991). ДДВМ МінАПК, 27.12.1991.
- Методичні рекомендації з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств. Наказ Міністерства аграрної політики України від 18 травня 2001 року №132. (2001). *К.: Вища освіта*, 376.
- Мирось, В., Ковтун, С. (2014). Практикум з бджільництва. *Харків: ХНАУ*.
- Міністерство аграрної політики та продовольства України (2019). Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 19 червня 2019 року № 330.
- Мірзоева, Т. В. (2019). Економічні аспекти виробництва лікарських ефіроолійних культур. *Проблеми системного підходу в економіці*, 3(1), 79–84.
- Мусієнко, О. В., Кистерна, О. С. (2017). Гнильцеві хвороби бджіл, особливості діагностики та боротьби. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Ветеринарна медицина*, 11. 90–95.
- Мусієнко, О. В., Кірік, К. О., Цит, Ю. С. (2018). Боротьба зі змішаними формами перебігу заразних хвороб медоносних бджіл. *Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал. «Ветеринарна медицина»*, 11 (43). 85–89.
- Мягка, К. С., Костюк, М. В., & Лінійчук, Н. В. (2021). Моніторинг залишків ветеринарних препаратів у меді за 2019–2021 роки. Інноваційний розвиток сучасної науки: нові підходи та актуальні дослідження. Матеріали науково-практичної конференції (м. Запоріжжя, 26-27 березня 2021 р.). Херсон: Видавництво «Молодий вчений», 81–84. Взято з: <http://molodyvcheny.in.ua/files/conf/other/56march2021/56march2021.pdf#page=81>?????
- Мягка, К., Єфіменко, Т., & Односум, Г. (2020). Уміст антибіотиків у меду за умови обробки ними бджолиних сімей. *Вісник аграрної науки*, 98(4), 49–53. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-07>
- Нагорна, І. М., & Левченко, І. О. (2005). Як визначити активність Лізоциму в меді (його рівень у продуктах бджільництва). *Пасіка*, 5, 21.
- Назаренко С. В., Мілевський О. В. (2019). *Екологізація виробництва як пріоритетний напрямок розвитку сільськогосподарства*. Екологічні та соціальні аспекти розвитку економіки в умовах євроінтеграції: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., Миколаїв. 73–76.

- Найнюк, Н. (2022). Росія не відніме в Україні статус медової країни. Як пасічники працюють під обстрілами. *Українська правда*. Взято з <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/09/1/690633/>.
- Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України Від 19 червня 2019 року № 330. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Київ. (2019).
- Новгородська, Н. В., Разанова, О. П., & Лютка, Г. І. (2021). Оптимізація забезпечення безперервного нектароносного конвеєра у бджільництві. *Сільське господарство та лісівництво*, 3(22), 72–84.
- Одержання ГТЛ на органічній пасіці в межах біотехнічних методів боротьби з кліщем *Varroa*: методичні рекомендації. (2021). Адамчук Л., Лісогурська Д., Гречка Г., Фурман С., Гера О., Лісогурська О., Сенчук Т., Двикалюк Р.: під ред. Л. Адамчук. К.: ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», 60 с.
- Ольга Шведа. (2022). Перші в Європі: як український мед завойовує світ та, що тут не так. Взято з https://tvomisto.tv/exclusive/pershi_v_yevropi_yak_ukrainskyu_med_zavoyovuie_svit_ta_shcho_tut_ne_tak_1_01141.html.
- Офіційна інтернет сторінка Міжнародної комісії зі зв'язків між рослинами та запилювачами (ICPPR). Взято з <https://www.icppr.com/about.html>.
- Павлюк, Р. Ю. Прохода І.О., Черкасова А.І., Яницький В.В. (2021). *Розроблення технології та оцінка якості нових біологічно активних добавок із нетрадиційних продуктів бджільництва*. Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі: Зб. наук. пр. Харків: ХДАТОХ, 2001. Ч.1. С. 77–81.
- Паламар, А. О. Богдан Н. С., Ткачук О. Ю. (2013). *Місце апітерапії у сучасній медичній практиці*. Медицина та практика: актуальні питання : матер. міжн. наук.-практ. конф. (м. Вінниця, 6–7 грудня 2013 року). Херсон: Видавничий дім «Гельветика», С. 98–101.
- Пасічний, В. М., Геречук, А.М., Мороз, О.О., Ястреба, Ю.А. (2015). *Дослідження факторів пролонгації термінів зберігання м'ясних та м'ясомістких продуктів*. Наук. пр. Національного університету харчових технологій. К.: НУХТ, Т. 21. № 4, 256 с.
- Пахомова, І. В. (2013). Використання природних антиоксидантів для поліпшення споживних властивостей кондитерських виробів на вафельній основі. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*. № 1 (57). С. 97–99.
- Пилипко, К., Адамчук, Л. (2021). Кліщ Вароа – новий погляд на харчові вподобання кліща *Varroa destructor*. *Beewell*. Available at: <https://beewell.com.ua/ru/blog/nauka-novyy-pohliad-na-kharchovi-vpodobannia-klischa-varroa-destructor/>.
- Пилипко, К., Адамчук, Л. (2021). Наука: віруси бджіл – виклик для сучасного бджільництва. *Beewell*. Available at: <https://beewell.com.ua/blog/nauka-virusy-bdzhil-vykyk-dlia-suchasnoho-bdzhil-nystva/>.
- Пилипко, К., Матушкіна, Н. (2019). *Патоанатомія медоносної бджоли *Apis mellifera* L. (Insecta, Hymenoptera) приватної пасіки в селі Леляки* (Полтавська область, Пирятинський район). В: Пирятинські екологічні читання. Пирятин, Україна, 13 травня 2019. с. 54–58.
- Плахтій, П. Д. (2011). *Основи апівалеології. Теорія, тести і завдання для самостійної підготовки*. Подільський : ПП «Медобори-2006», 160 с.
- Поліщук, В. П. (2001) Бджільництво. *Ль.: Ред. журналу «Укр. пасічник»*, 184–186.
- Поліщук, В. П., Гайдар, В. А. (2008) *Пасіка*. Київ, 284с.
- Поліщук, В. П., Головецький, І. І., Метлицька, О. І., Скрипник, В. В. (2009). *Методичні рекомендації з оцінювання чистопородності бджіл та створення внутрішньопородного типу*. Київ: Астон, 20.
- Поліщук, В. П., Головецький, І. І., Скрипник, В. В. (2005). Українські бджоли в своєму ареалі. *Пасіка*, 6, 10–11.
- Поліщук, В., Волощук, І. (2014). Вплив бджолиних маток різного віку на розвиток і продуктивність бджолиних сімей. *Тваринництво України*, (2), 7–10
- Постоєнко, В. О., Лазарева, Л. М., & Яремчук, О. С. (2019). Основні показники оцінки якості і безпечності меду бджолиного в Україні та їх гармонізація з вимогами ЄС. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. 2019, 12 (52), 14–21.(Warsaw, Poland). Взято з: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/23367.pdf>.
- Про затвердження Вимог до меду. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 19.06.2019 № 330.
- Прохода, І. О. (2003). *Товарознавча характеристика апідобавок із трутневих личинок і прополісу та їх застосування в продуктах харчування*: автореф. дис. наук. ступ. канд. тех. наук: 05.18.15. Харків, 2003. 18 с.
- Прохода, І., Постоєнко, В., & Гречка, Г. (2020). Основні аспекти біологічної цінності та перспективного використання в харчових технологіях апіпродукту з трутневих личинок. *Науково-виробничий журнал «Бджільництво України»*, 1(4). <https://doi.org/10.46913/>.
- Руденко, Є. В. (2001). *Методичні вказівки з диференційної діагностики інфекційних хвороб розплоду бджіл*. Київ : Обнова. 35 с.
- Савінок, О. М., Літвінова І. О. (2009). Вивчення впливу продуктів бджільництва на фізико-хімічні властивості білків м'яса. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. Вип. 36 (2). С. 97–100.
- Сайт проекту Best for Bees. Взято з <https://bestforbees.com>.

- Сафонова, О. М., Попова, Т. М., Михайлова, Л. В. (2012). Оптимізація споживчих властивостей зефіру з використанням бджолиного маточного молочка. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. Вип. 1. С. 210–218. Взято з http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2012_1_34
- Семак, Б. Б., Басій, Н. Ф., & Вовчанська, О. М. (2022). Маркетинговий менеджмент торговельних підприємств: актуальні проблеми та особливості. *Вісник ЛТЕУ. Економічні науки*, (68), 11–19.
- Сенчук, Т., Гречка, Г., Рак, Т. (2020). Можливості та перспективи органічного бджільництва в Україні. *Науково-виробничий журнал «Бджільництво України»*. 1(4). 57–61. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2020.4.11>
- Сілонова, Н. Б., Пилипко, К. В., Сухенко, В. Ю., & Адамчук, Л. О. (2020). Нормативне регулювання показників безпечності та якості меду. *Animal Science and Food Technology*, 11 (3), 5–18. <https://doi.org/10.31548/animal2020.04.005>
- Сіренко, О. С. Десятникова, О. В. (2019). *Моніторинг розповсюдження гнильцевих захворювань бджіл на пасіках України*. IV щорічний регіональний науковий симпозіум в рамках концепції «Єдине здоров'я» 20-24 травня 2019 року: тези доповіді. Київ.
- Сіренко, О. С., Десятникова, О. В., Гур'єва, В. Б. (2019). Ефективність дезінфікуючого засобу «Гуанідез» на збудників інфекційних хвороб бджіл у лабораторних умовах. *Ветеринарна медицина*, 105. 59–62. <https://doi.org/10.36016/VM-2019-105-11>
- Скляр, О. І., Герасимова, І. Є., Шкромада, О. І. (2017). Вивчення епізоотичної ситуації щодо заразних хвороб бджіл у Південно-Східному регіоні України. *Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал. Сер. «Ветеринарна медицина»*. СНАУ. 11 (41). 83–85.
- Скрипка Г. А. (2010) Моніторинг вмісту залишкових кількостей пестицидів в меді Одеської області. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*, 21 (1), 262–267.
- Скрипка Г. А. (2011). *Ветеринарно-санітарна оцінка меду бджолиного за вмісту залишків хлорорганічних пестицидів в Одеській області*. X Міжнародна конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів ННІ ветеринарної медицини та якості і безпеки продукції тваринництва. Київ, С. 262–263.
- Скрипка Г. А. (2013) Визначення залишкових кількостей пестицидів в бджолиному меді за допомогою високоефективної газової хроматографії. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Ветеринарна медицина»*, 2 (32), 50–53.
- Скрипка Г. А. (2013). *Характеристика хімічних небезпек за системою НАССР при виробництві продуктів бджільництва*. Науково-практична конференція викладачів, аспірантів та студентів Сумського національного аграрного університету, м. Суми: СНАУ. С. 44–45.
- Скрипка Г. А. (2014) Джерела особливо небезпечних пестицидів в продукції бджільництва. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Ветеринарна медицина»*, 1(34), 48–52.
- Скрипка Г. А., Касянчук В.В. (2011). *Ветеринарно-санітарний контроль небезпечних хімічних залишків у меді*. Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальності проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів. Київ, С. 260–261.
- Скрипка Г. А., Касянчук В.В., Гогітідзе О.Є. (2016) Експериментальне вивчення хронічного пливу мікродоз ДДТ та гамма-ГХЦГ у розчині меду на організм білих мишей. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького*, 4 (72), 114–119.
- Скрипка Г.А. (2017). *Ветеринарно-санітарна оцінка меду бджолиного натурального щодо вмісту залишків хлорорганічних пестицидів*: дис.канд. вет.наук: 16.00.09. Київ: НУБІП, 144 с.
- Скрипка, Г. А. (2010) Актуальність вдосконалення контролю якості меду та продуктів бджільництва. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 56(2), 101–105.
- Сніжко, О. О. (2016). Обґрунтування біотехнології кисломолочного напою з комплексом апіпродуктів: автореф. дис. канд. техн. наук: 03.00.20 / Сніжко Ольга Олегівна. Київ, 10 с.
- Спасьонова Л. М., Тобілко В. Ю., Пилипенко І. В. (2019) Інструментальні методи хімічного аналізу. *Електрохімічні, спектроскопічні, хроматографічні методи*. Київ. 69 с.
- Спосіб визначення антибактеріальної активності меду відносно до *Escherichia coli*: пат. 121681 Україна. № а 2018 02933; заявл. 23.03.2018; опубл. 10.07.2020, Бюл. № 13. 6 с.
- Спосіб визначення антибактеріальної активності меду відносно до *Klebsiella pneumoniae*: пат. 120725 Україна. № а 2018 02936; заявл. 23.03.2018; опубл. 27.01.20, Бюл. № 2. 6 с.
- Спосіб визначення антибактеріальної активності меду відносно до *Proteus vulgaris*: пат. 120723 Україна. № а 2018 02934; заявл. 23.03.2018; опубл. 27.01.20, Бюл. № 2. 6 с.
- Спосіб визначення антибактеріальної активності меду відносно до *Salmonella typhimurium*: пат. 120402 Україна. № а 2018 02932; заявл. 23.03.2018; опубл. 25.11.19, Бюл. № 22. 6 с.
- Спосіб визначення антибактеріальної активності меду відносно до *Staphylococcus aureus*: пат. 120724 Україна. № а 2018 02935; заявл. 23.03.2018; опубл. 27.01.20, Бюл. № 2. 6 с.

- Стружевська О. М. (2019). *Формування ідеї екологічно чистого виробництва в агропромисловій сфері України*. Екологічні та соціальні аспекти розвитку економіки в умовах євроінтеграції: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., м. Миколаїв, 15-17 травня 2019 р., Миколаїв. 89–100.
- Ступак, Л. П., Маслій І. Г. (2009). *Моніторингові дослідження зразків розплоду бджіл на гнильці у лабораторних умовах*. Вет. медицина: Міжвід. темат. наук. зб. X. 92. 471–476.
- Субота Ю.В., Григорків Л.М. (2010). Розліт трутнів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 4. 93–96.
- Субота Ю.В., Григорків Л.М. (2015). Наявність трутнів і трутневого розплоду в бджолиних сімей. *Бджільництво України*. Вип. 1. 121–124.
- Субота, Ю. В., Григорків Л.М. (2014). Санаційна здатність українських степових бджіл. Бджолярський круг. *За рентабельну пасіку: всеукраїнський науково-практичний журнал*. 1. 21–24
- Технологічні вимоги до проведення селекційно-плеємної роботи в галузі бджільництва. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 08 липня 2015 р. За № 810/27255
- Тихонов, О. І., Богдан, Н. С., Шпичак, О. С. (2014). Перспектива створення напрямку «Альтернативне лікарське забезпечення населення екстемпоральними препаратами продуктів бджільництва». *Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П.Л. Шупика*, Вип. 23 (3). С. 429–433.
- Українські пасічники виходять із тіні — зросла кількість зареєстрованих пасік і бджолосімей. *Офіс ефективного регулювання*. Взято з <https://brdo.com.ua/news/ukrayinski-pasichnyky-vyhodyat-iz-tini-zrosla-kilkist-zareyestrovanyh-pasik-i-bdzholosimej/>.
- Хамід, К. О. (2014). «Порівняльна характеристика продуктивних якостей бджіл української степової породи при різних умовах зимівлі». *Аграрний вісник Причорномор'я. Сільськогосподарські науки*, 71 (2). 71–75.
- Хамід, К., Пушкар, Т., & Гурко, С., Хамід, К., Пушкар, Т., & Гурко, Е. (2020). Сучасні проблеми якості та безпечності меду натурального. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 96, 77–83. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2020.96.09>
- Холм С. Н. (1985). *Селекція пчел на устійчивість к известковому расплоду*: матеріали XXX міжнародного конгреса по пчеловодству. Бухарест: Апимондія, 90–93.
- Цікава, В. (2016). Як попередити кандідоз і меланоз зимуючих бджіл. *Пасіка*, 9. 10–11.
- Черкасова, А. І., Гречка, А. Н., Прохода, І. А. (1999). *Гомогенат трутневих личинок (ГТЛ) – новий продукт бджільництва для виготовлення аніпрепаратів*. Досягнення сучасної фармації та перспективи її розвитку у новому тисячолітті: матеріали V націон. з'їзду фарм. України. Харків, С. 269–270.
- Черник, М., Войналович, М., Сиренко, Е. та Пилипко, К. (2020). *Патологія пчёл*: Монографія. Нитра: Словацький університет в Нитре.
- Шакалій, С.М., Баган, А.В., Єщенко, В. М., Сенчук, Т. Ю. (2020). Ефективність елементів біологізації технології вирощування пшениці озимої в Лісостеповій зоні України. *Таврійський науковий вісник*. 112. 174–180. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.25>
- Якименко, Д., Саркісова, Е., Кожура, І. (2001). *Аніфітопродукти – лікувально-профілактичний засіб протидії зовнішнього та внутрішнього іонізуючого опромінення*. VI international scientific practical conference: Shelter object, 15 years: past, present, future. 27-30 Nov 2001. С. 282–286.
- Янович, Д. В., Засадна, З. С., Ридчук, М. В., Федякова, О. І., & Кіслова, С. М. (2017). Застосування методу ВЕРХ-МС/МС для одночасного кількісного визначення метаболітів нітрофуранів у зразках меду. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 18 (1), 291-300. Взято з http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Ntbibt_2017_18_1_50.pdf
- Abbasi, K. H., Jamal, M., Ahmad, S., Ghramh, H. A., Khanum, S., Khan, K. A., Ullah, M. A., Aljedani, D. M., Zulfqar B. (2021) Standardization of managed honey bee (*Apis mellifera*) hives for pollination of Sunflower (*Helianthus annuus*) crop. *Journal of King Saud University – Science*, 33 (8), 1–5. DOI: 10.1016/j.jksus.2021.101608.
- Abd El-Wahed, A. A., Farag, M. A., Eraqi, W. A., Mersal, G. A., Zhao, C., Khalifa, S. A., & El-Seedi, H. R. (2021). Unravelling the beehive air volatiles profile as analysed via solid-phase microextraction (SPME) and chemometrics. *Journal of King Saud University-Science*, 33(5), 101449. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101449>;
- Adamchuk L., Dvykaliuk R., Bakun Y. (2022). Combination of bee pollination of strawberry with fungicide application. Abstract book. *47th Apimondia International Apicultural Congress*. (P.70) August 24-28, 2022, Istanbul, Turkey. https://apimondia2021.com/docs/47th_Apimondia_Congres_Abstract_Book.pdf
- Adamchuk L., Dvykaliuk R., Bakun Y. (2022). Introduction of controlled bee pollination of Actinidia in Ukraine. Abstract book. *47th Apimondia International Apicultural Congress*. (P.177) August 24-28, 2022, Istanbul, Turkey. https://apimondia2021.com/docs/47th_Apimondia_Congres_Abstract_Book.pdf
- Adamchuk L., Dvykaliuk R., Bakun Y. (2022). Quality of Actinidia berries after controlled bee pollination. Abstract book. *47th Apimondia International Apicultural Congress*. (P.177) August 24-28, 2022, Istanbul, Turkey. https://apimondia2021.com/docs/47th_Apimondia_Congres_Abstract_Book.pdf
- Adamchuk L., Dvykaliuk R., Bakun Y., Belalov Y. (2022). Comparison of controlled pollination efficiency by bumblebees and honeybees of commercial varieties of high blueberry. Abstract book. *47th Apimondia*

- International Apicultural Congress*. (P.178) August 24-28, 2022, Istanbul, Turkey. https://apimondia2021.com/docs/47th_Apimondia_Congres_Abstract_Book.pdf
- Adamchuk, L. (2020). Improvement of the method of botanical identification of honey. *Food Science and Technology*, 14(4). <https://doi.org/10.15673/fst.v14i4.1895>
- Adamchuk, L., Brovarskyi, V. (2018). Vysokoproduktyvni vydy roslyn dlia kormovoi osnovy bdzhil. *Slovatskyi silskohospodarskyi universytet u Nitri*. 104. ISBN 978-80-552-1861-8.
- Aebi A., Vaissiere B. E., Van Engelsdorp D., Delaplane K. S., Roubik D. W., Neumann P. (2012) Back to the future: Apis versus non-Apis pollination. *Trends in Ecology and Evolution*, 27 (3), 142–143.
- Ahmad S., Khalofah A., Khan S.A., Khan K.A., Jilani M.J., Hussain T., Skalicky M, Ghramh H. A, Ahmad Z. (2021). Effects of native pollinator communities on the physiological and chemical parameters of loquat tree (*Eriobotrya japonica*) under open field condition. *Saudi J. Biol. Sci.*, 28 (6), 3235–3241. DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.02.062.
- Aizen M. A., Garibaldi L. A., Cunningham S. A., Klein A. M. (2019) How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Ann. Bot.*, 103 (9), 579–1588. DOI: 10.1093/aob/mcp076.
- Al-Ghamdi, A. et al. (2020). In vitro antagonistic potential of gut bacteria isolated from indigenous honey bee race of Saudi Arabia against *Paenibacillus* larvae. *Journal of Apicultural Research*, 59(5), pp. 825–833.
- Al, M.L., Daniel, D., Moise, A., Bobis, O., Laslo, L., & Bogdanov, S. (2009). Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Che*, 112, 863–867.
- Alessenko, A. V., Shupik, M. A., Gutner, U. A., Zateyshchikov, D. A., Minushkina, L. O., Rogozhina, A. A. & Kurochkin, I. N. (2022). Prospects for Using Chromatography–Mass Spectrometry for the Determination of Lipids in Clinical Cardiolipidology. *Journal of Analytical Chemistry*, 77(4), 439–449.
- Aljadi, A. M., Kamaruddin, M. Y. (2004). Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chem*, 85, 513–518.
- Alves, A., Ramos, A., Gonçalves, M. M., Bernardo, M., Mendes, B. (2013). Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of portuguese monofloral honeys. *J. Food Compos. Anal.*, 30, 130–138.
- Amdam, G. V. et al. (2004). Hormonal control of the yolk precursor vitellogenin regulates immune function and longevity in honeybees. *Experimental Gerontology*, 39(5), pp. 767–773.
- Amdam, G. V. et al. (2005). Social reversal of immunosenescence in honey bee workers. *Experimental Gerontology*, 40(12), pp. 939–947.
- Andree, M. (2013). Dissection experiment. [online] Cool Entomology. Available at: <https://beeinformed.org/2013/01/23/dissection-experiment/> [Accessed 23 Jan. 2019].
- Animal production of Ukraine 2019: statistical yearbook. *State statistics service of Ukraine*. Retrieved from https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/
- Animal production of Ukraine 2020: statistical yearbook. *State statistics service of Ukraine*. Retrieved from <https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat>
- Antoniv A., Adamchuk L., Chlebo R. (2022). Development of health nutrition programs based on bee products for people during the post-COVID period. Abstract book. *47th Apimondia International Apicultural Congress*. (P.97) August 24-28, 2022, Istanbul, Turkey. https://apimondia2021.com/docs/47th_Apimondia_Congres_Abstract_Book.pdf
- Antoniv, A. D., Adamchuk, L. O., Lisohurska, D. V., Pylypko, K. V. (2022). Development of honey rye bread recipe. *Beekeeping of Ukraine*. 8. 7–13. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.8.01>
- Anurag, A. P., Prakruthi, M., & Mahesh, M. S. (2020). Flax Seeds (*Linum usitatissimum*): Nutritional composition and health benefits. *IP Journal of Nutrition, Metabolism and Health Science*, 3(2), 35–40.
- Ariana A., Ebadi R., Tahmasebi G. (2002). Gholamhosein Tahmasebi Laboratory evaluation of some plant essences to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Exp Appl Acarol*. 27. 319. DOI : org/10.1023/A:1023342118549.
- Arthidoro de Castro, M. B. et al. (2020). Cytotoxic effects on the midgut, hypopharyngeal, glands and brain of *Apis mellifera* honey bee workers exposed to chronic concentrations of lambda-cyhalothrin. *Chemosphere*, 248, pp. 1–11.
- Baloš, M. M. Ž., Popov, N. S., Radulović, J. Z. P., Stojanov, I. M., & Jakšić, S. M. (2020). Sugar profile of different floral origin honeys from Serbia. *Journal of Apicultural Research*, 59(4), 398–405. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1714193>
- Barroso-Arévalo, S. et al. (2019). High load of deformed wing virus and *Varroa destructor* infestation are related to weakness of honey bee colonies in Southern Spain. *Frontiers in Microbiology*, 10(1). pp. 1–8.
- Batista, A. C. et al. (2020). Is a strobilurin fungicide capable of inducing histopathological effects on the midgut and Malpighian tubules of honey bees? *Journal of Apicultural Research*, 59(5), pp. 834–843.
- Batt, P. J., & Liu, A. (2012). Consumer behaviour towards honey products in Western Australia. *British Food Journal*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/00070701211202449/full/html>
- Beaurepaire, A. et al. (2020). Diversity and global distribution of viruses of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Insects*. pp. 1–28.
- Benaets, K. et al. (2017). Covert deformed wing virus infections have long-term deleterious effects on honeybee foraging and survival. *Proceedings of the Royal Society*, Volume 284, 1848. Available at: <http://rspb.royalsocietypublishing.org/> [Accessed 23 Feb. 2021].

- Bentabol Manzanares, A., García, Z. H., Galdón, B. R., Rodríguez, E. R., & Romero, C. D. (2011). Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition. *Food Chemistry*, 126(2), 664–672. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.003>
- Berenbaum, M. R., & Calla, B. (2021). Honey as a Functional Food for *Apis mellifera*. *Annual Review of Entomology*, 66, 185–208. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-040320-074933>
- Berezovskiy, A. B., & Panchev, I. I. (2012). Nozematoz – yak problemna khvoroba bdzholosimei. *Ukrainskyi pasichnyk* 9, 22–24 (in Ukrainian).
- Berthoud H. et al. (2010). Virus infections and winter losses of honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research*. 49 (1). 60–65. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.08.
- Biddinger, D.J., Ngugi, H.K., & Penn, J.F. (2009). Development of the Mason Bee, *Osmia cornifrons*, as a Targeted Delivery System for Biocontrol Agents in the Management of Fire Blight.
- Bilu, A., Dag, A., Elad, Y., & Shafir, S. (2004). Honey bee dispersal of biocontrol agents: an evaluation of dispensing devices. *Biocontrol Science and Technology*, 14(6), 607–617. <https://doi.org/10.1080/09583150410001682340>;
- Bjelakovic, G., Nikolova, D., Simonetti, R. G., & Gluud, C. (2004). Antioxidant supplements for prevention of gastrointestinal cancers: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 364, 1219–1228.
- Boidunyk, R. M. (2016). Vykorystannia bdzholynoho pylku u vyrobnytstvi vafelnykh tortiv. *Suchasne materialoznavstvo ta tovaroznavstvo: teoriia, praktyka, osvita*. (p. 107).
- Bogdanov S., Charriere J.-D., Imdorf A., Kilchenmann V., Fluri P. (2002) Determination of residues in honey after treatments with formic and oxalic acid under field conditions. *Apidologie*. 44 (4). 399–409. DOI : [org/10.1051/apido:2002029](https://doi.org/10.1051/apido:2002029).
- Bolli H. K., Bogdanov S., Imdorf A., Fluri P. (1993). Zur Wirkungsweise von Ameisensäure bei *Varroa jacobsoni* Oud und der Honigbiene (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. 24 (1). 51–57. DOI : [org/10.1051/apido:19930106](https://doi.org/10.1051/apido:19930106).
- Bonerba, E., Panseri, S., Arioli, F., Nobile, M., Terio, V., Di Cesare, F., Tantillo, G. & Chiesa, L. M. (2021). Determination of antibiotic residues in honey in relation to different potential sources and relevance for food inspection. *Food Chemistry*, 334. 127575. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127575>
- Booton, R. D. et al. (2017). Stress-mediated Allee effects can cause the sudden collapse of honey bee colonies. *Journal of Theoretical Biology*, 420, pp. 213–219.
- Borges, D., Guzman-Novoa, E. and Goodwin, P. H. (2020). Control of the microsporidian parasite *Nosema ceranae* in honey bees (*Apis mellifera*) using nutraceutical and immuno-stimulatory compounds. *PLoS ONE*, [online] Volume 15(1), e0227484. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227484> [Accessed 23 Feb. 2021].
- Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., & Hamdi, S. (2018). Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(2), 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.08.011>
- Braga, A. R., Freitas, B. M., Gomes, D. G., Bezerra, A. D., & Cazier, J. A. (2021). Forecasting sudden drops of temperature in pre-overwintering honeybee colonies. *Biosystems Engineering*, 209, 315–321. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.07.009>
- Brochu, K. K. et al. (2020). Pollen defenses negatively impact foraging and fitness in a generalist bee (*Bombus impatiens*: Apidae). *Scientific Reports*, Volume 10(1), 3112. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58274-2> [Accessed 23 Feb. 2021].
- Broschneider, R. et al. (2016). Preliminary analysis of loss rates of honey bee colonies during winter 2015/16 from the COLOSS survey. *Journal of Apicultural Research*, 55(5), pp. 375–378.
- Broschneider, R. et al. (2018). Multi-country loss rates of honey bee colonies during winter 2016/2017 from the COLOSS survey. *Journal of Apicultural Research*, 57(3), pp. 452–457.
- Broschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41(3), 278–294. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.018>
- Brovars'kyj, V. D., Brindza, Ya., Otchenashko, V. V., Povochnikov, M. G., Adamchuk, L. O. (2017). Methods of research in beekeeping: A textbook. (166 p.)
- Bruckner, S. et al. (2019). 2018-2019 Honey Bee Colony Losses in the United States: Preliminary Results. *Journal of Apicultural Research*, 1(4), pp. 7–11.
- Buah-Kwofie, A., Humphries, M. S., & Pillay, L. (2019). Dietary exposure and risk assessment of organochlorine pesticide residues in rural communities living within catchment areas of iSimangaliso World Heritage Site, South Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(17), 17774–17786.
- Buchori, D. et al. (2020). Population growth and insecticide residues of honey bees in tropical agricultural landscapes. *Diversity*, 12(1), pp. 7–18.
- Çakıcı, N., Yassihüyük, N. (2013). Balın Antioksidan Aktivitesi ve Antibakteriyel Etkisi. *Arıcılık Aras.tırma Dergisi*, 9, 12–13.
- Calderone N. W. (2010) Evaluation of Mite-Away-II (TM) for fall control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in colonies of the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the northeastern USA. *Exp Appl Acarol*. 50. 123–132. DOI : [org/10.1007/s10493-009-9288-5](https://doi.org/10.1007/s10493-009-9288-5).
- Calderone N. W. & Spivak M. (1995). Plant Extracts for Control of the Parasitic Mite *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) in Colonies of the Western Honey Bee (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 88. 1211–1215. DOI : [org/10.1093/jee/88.5.1211](https://doi.org/10.1093/jee/88.5.1211).

- Calovi, M. et al. (2021). Summer weather conditions influence winter survival of honey bees (*Apis mellifera*) in the northeastern United States. *Scientific Reports*, 11(1), pp. 7–20.
- Carneiro, L. S. et al. (2020). The fungicide iprodione affects midgut cells of non-target honey bee *Apis mellifera* workers. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 189. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109991> [Accessed 23 Feb. 2021].
- Carreck N. L., Ball B. V., Martin S. J. (2010a). The epidemiology of cloudy wing virus infections in honey bee colonies in the UK. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1). 66–71. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.09.
- Carreck N. L., Ball B. V., Martin S. J. (2010b). Honey bee colony collapse and changes in viral prevalence associated with Varroa destructor. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1). 93–94. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.13.
- Carroll, M. J., & Duehl, A. J. (2012). Collection of volatiles from honeybee larvae and adults enclosed on brood frames. *Apidologie*, 43(6), 715-730. <http://dx.doi.org/10.1007/s13592-012-0153-x>;
- Catae, A. F. et al. (2017). Exposure to a sublethal concentration of imidacloprid and the side effects on target and nontarget organs of *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Ecotoxicology*, 27(2), pp. 109–121.
- Charriere J. D., Imdorf A. (2002). Oxalic acid treatment by trickling against Varroa destructor: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. *Bee World*. 83. 51–60. DOI : [org/10.1080/0005772X.2002.11099541](http://doi.org/10.1080/0005772X.2002.11099541).
- Chauzat M.-P. et al. (2010b). A case report of a honey bee colony poisoning incident in France. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1). 113–115. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.22.
- Chen, C. (2019). Relationship between water activity and moisture content in floral honey. *Foods*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/foods8010030>
- Chen, Y. (2011) Viruses and viral diseases of the honey bee, *Apis mellifera*. *Recent Adv. Ento Res.* 105–120. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17815-3_6
- Chirsanova, A., Capcanari, T., Boistean, A., & Siminiuc, R. (2021). Physico-Chemical Profile of Four Types of Honey from the South of the Republic of Moldova. *Food and Nutrition Sciences*, 12(9), 874–888.
- Chmiel, J. A. et al. (2020). Understanding the Effects of Sublethal Pesticide Exposure on Honey Bees: A Role for Probiotics as Mediators of Environmental Stress. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8(22), pp. 10–34.
- Cilia, G. et al. (2020). Microbial profile of the ventriculum of honey bee (*apis mellifera ligustica spinola*, 1806) fed with veterinary drugs, dietary supplements and non-protein amino acids. *Veterinary Sciences*, 7(2), pp. 100–121.
- Codex Alimentarius Commission. Revised Codex Standard for honey. *Codex STAN*. 2001. P. 12–1981.
- Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. OJ L 250, 18.9.2008, p. 1–84 (BG, ES, CS, DA, DE, ET, EL, EN, FR, IT, LV, LT, HU, MT, NL, PL, PT, RO, SK, SL, FI, SV) *Special edition in Croatian: Chapter 15 Volume 008 P.* 173–256. Available from <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/889/oj>.
- Conte, P., Del Caro, A., Balestra, F., Piga, A., Fadda, C. (2018). Bee pollen as a functional ingredient in gluten-free bread: A physical-chemical, technological and sensory approach. *LWT*. 90. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.002>
- Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. OJ L 189, 20.7.2007, p. 1–23 (BG, ES, CS, DA, DE, ET, EL, EN, FR, IT, LV, LT, HU, MT, NL, PL, PT, RO, SK, SL, FI, SV) *Special edition in Croatian: Chapter 15 Volume 008 P.* 139–161. Available from <http://data.europa.eu/eli/reg/2007/834/oj>.
- da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food chemistry*, 196, 309-323. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>.
- Dahle B. (2010). The role of Varroa destructor for honey bee colony losses in Norway. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1). 124–125. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.26
- Daisley, B. A. et al. (2020). Novel probiotic approach to counter *Paenibacillus* larvae infection in honey bees. *ISME Journal*, 14(2), pp. 10–19.
- de Groot, G. S. et al. (2021). Large-scale monoculture reduces honey yield: The case of soybean expansion in Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 306, pp. 18–27.
- Deboutte, W. et al. (2020). Honey-bee-associated prokaryotic viral communities reveal wide viral diversity and a profound metabolic coding potential. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(19), pp. 10511–10511.
- Decourtye A., Cedric A., Le Conte Y., Henry M. (2019) Toward the protection of bees and pollination under global change: present and future perspectives in a challenging applied science. *Current Opinion in Insect Science*, 35, 123–131. DOI: 10.1016/j.cois.2019.07.008.
- Derzhspozhivstandart of Ukraine (2006). *STARCH SYRUP. Specifications*. DSTU 4498:2005.
- Derzhspozhivstandart of Ukraine (2007). *BAKER'S YEAST PRODUCTION. Terms and definitions*. DSTU 4657:2006.
- Derzhspozhivstandart of Ukraine (2007). *NATURAL HONEY. Specifications*. DSTU 4497:2005.
- Derzhspozhivstandart of Ukraine (2007). *RYE AND BOLTED BREAD. General specifications*. DSTU 4583:2006.
- Derzhspozhivstandart of Ukraine (2009). *THE CORE OF SUNFLOWER SEEDS. Specifications*. DSTU 4843:2007.
- Derzhspozhivstandart of Ukraine (2010). *SEEDS OF OIL FLAXSEED FOR PROCESSING. Specifications*. DSTU 4967:2008.

- Derzhspozhivstandart of Ukraine. (1999). *Wheat flour. Specifications.* (HSTU 46.004-99). Kyiv.
- Derzhspozhivstandart of Ukraine. (2009). *Bakery products. Rules of accepting, methods of selecting samples, methods of defining organoleptic indexes and mass products.* (DSTU 7044:2009). Kyiv.
- Derzhspozhivstandart of Ukraine. (2009). *Products bakery. Methods of defining physical and chemical indexes.* (DSTU 7045:2009). Kyiv.
- Derzhstandart of Ukraine. (1996). *Pollen load and compositions (flower pollen). Specifications.* (DSTU 3127-95). Kyiv.
- Donadieu, Y. (1979). *La propolis. Editions Maloine, Paris.*
- Dong, Z. X. et al. (2020). Colonization of the gut microbiota of honey bee (*Apis mellifera*) workers at different developmental stages. *Microbiological Research*, Volume 231(10), e126370. Available at: <http://www.proquest.com/products-services/ProQuest-Research-Library.html> [Accessed 1 Apr. 2021].
- Donkersley, P., Elsner-Adams, E. and Maderson, S. (2020). A one-health model for reversing honeybee (*Apis mellifera* L.) decline. *Veterinary Sciences*, 7(3), pp. 10–23.
- Durrani, A. M., Srivastava, P. K., & Verma, S. (2011). Development and quality evaluation of honey based carrot candy. *Journal of food science and technology*, 48(4), 502–505.
- Dvykaliuk R., Adamchuk L. (2022). Air condensate composition of bee nest. Abstract book. *47th Apimondia International Apicultural Congress. (P.96)* August 24-28, 2022, Istanbul, Turkey. https://apimondia2021.com/docs/47th_Apimondia_Congres_Abstract_Book.pdf
- Dvykaliuk R., Adamchuk L. (2022). New propolis collecting device. Abstract book. *47th Apimondia International Apicultural Congress. (P.164)* August 24-28, 2022, Istanbul, Turkey. https://apimondia2021.com/docs/47th_Apimondia_Congres_Abstract_Book.pdf
- Dymerski, T., Gebicki, J., Wardencki, W., & Namieśnik, J. (2014). Application of an electronic nose instrument to fast classification of Polish honey types. *Sensors (Switzerland)*, 14(6), 10709–10724. <https://doi.org/10.3390/s140610709>
- Dynes, T. L. et al. (2020). Assessing virulence of *Varroa destructor* mites from different honey bee management regimes. *Apidologie. Springer*, 51(2), pp. 276–289.
- Eliash, N. and Mikheyev, A. (2020). *Varroa* mite evolution: a neglected aspect of worldwide bee collapses? *Current Opinion in Insect Science*, pp. 21–26.
- Ellegaard, K. M. et al. (2020). Vast Differences in Strain-Level Diversity in the Gut Microbiota of Two Closely Related Honey Bee Species. *Current Biology*, 30(13), pp. 25–31.
- Ellis, J. D., Evans, J. D., Pettis, J. S. (2010). Colony losses, managed colony population decline and Colony Collapse Disorder in the United States. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1), 134–136. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.30.
- Emery, O., Schmidt, K. and Engel, P. (2017). Immune system stimulation by the gut symbiont *Frischella perrara* in the honey bee (*Apis mellifera*). *Molecular Ecology*, 26(9), pp. 2576–2590.
- Engel, M. S. (1999). The taxonomy of recent and fossil honey bees (*Hymenoptera: Apidae; Apis*).
- EU. Council Directive 2001/110 relating to honey. *Official Journal of the European Communities*. 2001.
- European Commission. European Commission Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. *Official Journal of the European Communities*, 2002. P. 10–47.
- Ezazi, A., Javadi, A., Jafarizadeh-Malmiri, H., & Mirzaei, H. (2021). Development of a chitosan-propolis extract edible coating formulation based on physico-chemical attributes of hens' eggs: Optimization and characteristics edible coating of egg using chitosan and propolis. *Food Bioscience*, 40, 100894. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100894>
- Faita, M. R. et al. (2020). Glyphosate-based herbicides and *Nosema* sp. microsporidia reduce honey bee (*Apis mellifera* L.) survivability under laboratory conditions. *Journal of Apicultural Research*, 59(4), pp. 332–342.
- Fan, F., & Roos, Y. H. (2019). Physicochemical properties, structural transformation, and relaxation time in strength analysis for honey powder models. *Food research international*, 122, 137–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.003>.
- Fattorini R., Glover B. J. (2020) Molecular Mechanisms of Pollination Biology. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 71, 487–515. DOI: 10.1146/annurev-arplant-081519-040003.
- Fedoriak, M. M. et al. (2017). Monitoring the loss of colonies of honey bees (*Apis mellifera* L.) in Ukraine after the winter of 2015–2016. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), pp. 604–613.
- Fedoriak, M. M. et al. (2019). Ukraine is Moving Forward from “Undiscovered Honey Land” to Active Participation in International Monitoring of Honey Bee Colony Losses. *Bee World*, 96(2), pp. 50–54.
- Ferreira, I.C.F.R., Aires, E., Barreira, J.C.M., Estevinho, L.M. (2009). Antioxidant activity of portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chem.*, 114, 1438–1443.
- Fil', M. I. (2021). Research of api-egg omelet indicators for restaurant business. Sustainable development strategies in tourism and hotel and restaurant business: opportunities and implementation problems in Ukraine. (p. 151).
- Flanjak, I., Kenjerić, D., Bubalo, D., & Primorac, L. (2016a). Characterisation of selected Croatian honey types based on the combination of antioxidant capacity, quality parameters, and chemometrics. *European Food Research and Technology*, 242(4), 467–475. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2557-0>
- Food and Agriculture Organization (2020). *Production of beehives in world.* [online] Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA> [Accessed 29 Feb. 2020].

- Friedli, A. et al. (2020). The weakest link: Haploid honey bees are more susceptible to neonicotinoid insecticides. *Chemosphere*, 242, pp. 114–134.
- Fuzaro L., Xavier N. L., Carvalho F. J., Nery F. A. N., Carvalho S M., Andalo V. (2018) Influence of pollination on canola seed production in the Cerrado of Uberlandia, Minas Gerais State, Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 40 (1), e39315. DOI: 10.4025/actasciagron.v40i1.39315.
- Gajger, I. T. et al. (2020). Control of Varroa destructor mite infestations at experimental apiaries situated in Croatia. *Diversity*, 12(1), pp. 10–19.
- Garibaldi L. A., Steffan-Dewenter I., Winfree R., Aizen M. A., Bommarco R., Cunningham S.A. et al. (2013) Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339 (6127), 1608–1611. DOI: 10.1126/science.1230200.
- Gashout, H. A. et al. (2020). Impact of sublethal exposure to synthetic and natural acaricides on honey bee (*Apis mellifera*) memory and expression of genes related to memory. *Journal of Insect Physiology*, 121, pp. 234–250.
- Genersch E. et al (2010). The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie*. 41 (3). 332–352. DOI: 10.1051/apido/2010014.
- Gertsuk M. (2022) Chromatography in Ukraine: Development and Achievements. *Separations*. 9 (5), 114.
- Gheldof, N., Xiao-Hong, W., & Engeseth, N. (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Agric. Food Chem*, 50, 5870-5877.
- Gilca, M., Stoian, I., Atanasiu, V., Virgolici, B. (2007). The oxidative hypothesis of senescence. *J. Postgrad. Med.*, 53, 207–213.
- Giovenazzo P. & Dubreuil P. (2011) Evaluation of spring organic treatments against Varroa destructor (Acari: Varroidae) in honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies in eastern Canada. *Exp Appl Acarol*, 55 (65). DOI : 10.1007 / s10493-011-9447-3.
- Glavan, G. et al. (2020). Comparison of sublethal effects of natural acaricides carvacrol and thymol on honeybees. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 166, pp. 10–21.
- González-Santoyo, I. and Córdoba-Aguilar, A. (2012). Phenoloxidase: A key component of the insect immune system. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 142(1), pp. 1–16.
- Goretti, E. et al. (2020). Heavy metal bioaccumulation in honey bee matrix, an indicator to assess the contamination level in terrestrial environments. *Environmental Pollution*, 256, pp. 15–24.
- Grange, J. M. (1990). Honey and propolis as possible promoters of the healing of ulcers in leprosy (reply letter, comment). *Lepr. Rev.* 61(2): 195.
- Gray, A. et al. (2019). Loss rates of honey bee colonies during winter 2017/18 in 36 countries participating in the COLOSS survey, including effects of forage sources. *Journal of Apicultural Research*, 58(4), pp. 479–485.
- Gray, A. et al. (2020). Honey bee colony winter loss rates for 35 countries participating in the COLOSS survey for winter 2018–2019, and the effects of a new queen on the risk of colony winter loss. *Journal of Apicultural Research*, 59(5), pp. 744–751.
- Gregorc A., Planinc I. (2001). Acaricidal effect of oxalic acid in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie*. 32 (4). 333–340. DOI : org/10.1051/apido:2001133.
- Gregorc, A. (2020). Monitoring of honey bee colony losses: A special issue. *Diversity*, pp. 1–4.
- Grella, T. C. et al. (2019). Semi-quantitative analysis of morphological changes in bee tissues: A toxicological approach. *Chemosphere*, 236, pp. 10–19.
- Grinham A. et al. (2021) Event loading drives distribution of the organochlorine pesticide metabolite DDE in a subtropical river system, *Brisbane River, Australia. Marine Pollution Bulletin* 170, 112671.
- Grozinger, Christina M., & Flenniken, Michelle L. (2019). Bee Viruses: Ecology, Pathogenicity, and Impacts. *Annual Review of Entomology*, 64 (1). Retrieved from <https://par.nsf.gov/biblio/10138592>. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011118-111942>.
- Gruber B., David F., Sandra P. (2020) Capillary gas chromatography-mass spectrometry: Current trends and perspectives. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 124, 115475.
- Gül, A., & Pehlivan, T. (2018). Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(6), 1056–1065. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.02.011>
- Gusachenko, O. N. et al. (2020). Green bees: Reverse genetic analysis of deformed wing virus transmission, replication, and tropism. *Viruses*, 12(5), pp. 45–57.
- Hadjur, H., Ammar, D., & Lefèvre, L. (2022). Toward an intelligent and efficient beehive: A survey of precision beekeeping systems and services. *Computers and Electronics in Agriculture*, 192, 106604. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106604>
- Häußermann, C. K. et al. (2020). Reproductive parameters of female Varroa destructor and the impact of mating in worker brood of *Apis mellifera*. *Apidologie*, 51(3), pp. 342–355.
- Havard, T., Laurent, M. and Chauzat, M. P. (2020). Impact of stressors on honey bees (*Apis mellifera*; Hymenoptera: Apidae): Some guidance for research emerge from a meta-analysis. *Diversity*, 12(7), pp. 1–13.
- Hea Z.L., Yanga X.E., Stoffelab P.J. (2005). Trance elements in agryecosystems and impacts on the environment // *Journal of trance Elements in Medicine and Biology*, 19 P. 125–140.
- Higes, M. et al. (2020). Nosema apis and Nosema ceranae Tissue Tropism in Worker Honey Bees (*Apis mellifera*). *Veterinary Pathology*, 57(1), pp. 132–138.

- Hoyos-Arbeláez, J., Vázquez, M., & Contreras-Calderón, J. (2017). Electrochemical methods as a tool for determining the antioxidant capacity of food and beverages: A review. *Food Chemistry*, 221, 1371–1381. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem>.
- Hristov, P. et al. (2020). Factors associated with honey bee colony losses: A mini-review. *Veterinary Sciences*, pp. 1–16.
- Huber, F. (1806). *New Observations on the Natural History of Bees*, 1st ed. *Printed for J. Anderson; Longman, Hurst, Rees, and Orme: London, UK*, pp. 9–300.; <https://www.gutenberg.org/cache/epub/26457/pg26457-images.html>;
- Hung, K. L. J. et al. (2018). The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. *Proceedings of the Royal Society*, 285(1870), pp. 544–569.
- Hunter, M., Ghildyal, R., D'Cunha, N. M., Gouws, C., Georgousopoulou, E. N., & Naumovski, N. (2021). The bioactive, antioxidant, antibacterial, and physicochemical properties of a range of commercially available Australian honeys. *Current research in food science*, 4, 532–542. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.08.002>.
- Ihara, M. et al. (2020). Cofactor-enabled functional expression of fruit fly, honeybee, and bumblebee nicotinic receptors reveals picomolar neonicotinoid actions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(28), pp. 10–19.
- Ilijević, K. et al. (2021). Anthropogenic influence on seasonal and spatial variation in bioelements and non-essential elements in honeybees and their hemolymph. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 239, pp. 17–34.
- Imdorf A., Bogdanov S., Ibanez-Ochoa R., Calderone, N. W. (1999) Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie* 30 (2–3). 209–228. DOI : [org/10.1051/apido:19990210](https://doi.org/10.1051/apido:19990210).
- IRAC (2020). The Irac Mode of Action Classification Online. [online] Available at: <https://irac-online.org/modes-of-action/> [Accessed 20 Oct. 2020].
- Ishchenko, T. I., Shydlovska, O. B., Tkachuk, Yu. M., Dotsenko, V. F. (2009). Navriad chy znaidetsia efektyvnishyi zbahachuvach khliba, nizh molochnyi kazein. Retrieved from <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/181>.
- Jacobs, F. J., Simoens, C., Graaf, D., & Deckers, J. (2006). Scope for non-wood forest products income generation from rehabilitation areas: focus on beekeeping. *Journal of the Drylands*, 1(2), 171–185.
- Jafari, A., Vaghari, H., & Jafarizadeh-Malmiri, H. (2021). Development of Antimicrobial Films Based on Aloe vera and Fabricated AgNPs Using Propolis... *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 91(1), 95–103. <https://doi.org/10.1007/s40011-020-01202-1>;
- Jasicka-Misiak, I.; Poliwoda, A.; DereÅ, M.; Kafarski, P. (2011). Phenolic compounds and abscisic acid as potential markers for the floral origin of two polish unifloral honeys. *Food Chem.*, 131(4), 1149–1156. doi:10.1016/j.foodchem.
- Jensen, A. B., Aronstein, K., Flores, J. M. (2014). Standard methods for fungal brood diseases research. Molecular test system for the express detection of honeybee aspergillosis (3rd EAVLD Congress, Pisa (Italy), 12–15 October, 2014). *Abstract book*. P. 202.
- José María Tapia-González, Gustavo Alcazar-Oceguera, José Octavio Macías-Macías, Francisca Contreras-Escareño, José Carlos Tapia-Rivera, Tatiana Petukhova, Ernesto Guzmán-Novoa (2020). «Ascospores in honey bees and its relationship to environmental factors in Jalisco, Mexico». *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11.2: 468–478.
- Junie, L. M., Vică, M. L., Glevitzky, M., & Matei, H. V. (2016). Physico-chemical characterisation and antibacterial activity of different types of honey tested on strains isolated from hospitalised patients. *Journal of Apicultural Science*, 60(1), 5–17. <https://doi.org/10.1515/JAS-2016-0013>
- Kadar, M., Juan-Borrás, M., Carot, J. M., Domenech, E., & Escriche, I. (2011). Volatile fraction composition and physicochemical parameters as tools for the differentiation of lemon blossom honey and orange blossom honey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(15), 2768–2776. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4520>
- Kadri, S. M., Zaluski, R., & Orsi, R.d. O. (2017). Nutritional and mineral contents of honey extracted by centrifugation and pressed processes. *Food Chemistry*, 218, 237–241.
- Karabagias, I. K., Maia, M., Karabagias, V. K., Gatzias, I., & Badeka, A. V. (2018). Characterization of eucalyptus, chestnut and heather honeys from Portugal using multi-parameter analysis and chemo-calculus. *Foods*, 7(12), 194.
- Karabagias, I. K., Maia, M., Karabournioti, S., Gatzias, I., Karabagias, V. K., & Badeka, A. V. (2020). Palynological, physicochemical, biochemical and aroma fingerprints of two rare honey types. *European Food Research and Technology*, 246(9), 1725–1739. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03526-8>
- Karabagias, I.K., Louppis, A.P., Karabournioti, S., Kontakos, S., Papastefanou, C., & Kontominas, M.G. (2017). *Food Chem.* 217, 445–455. doi:10.1016/j.foodchem.2016.08.124 .
- Kaur, J., Kaur, R. and Kaur, A. (2018). Dietary Antioxidants and Infectious Diseases. *In Infectious Diseases and Your Health*, 307–316. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1577-0_16.
- Kaur, R., Ahluwalia, P., Sachdev, P. A., & Kaur, A. (2018). Development of gluten-free cereal bar for gluten intolerant population by using quinoa as major ingredient. *Journal of food science and technology*, 55(9), 3584–3591. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3284-x>.
- Kavanagh, S., Gunnoo, J., Marques Passos, T., Stout, J. C., & White, B. (2019). Physicochemical properties and phenolic content of honey from different floral origins and from rural versus urban landscapes. *Food Chemistry*, 272(January 2018), 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.035>

- Khalil, M. I., and Sulaiman, S. A. (2010). The potential role of honey and its polyphenols in preventing heart diseases: a review. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 7(4), 315–321.
- Khalil, M. I., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M. A., Islam, M. N., ... & Gan, S. H. (2012). Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules*, 17(9), 11199–11215.
- Kim, E. J., & Lee, K. S. (2013). Quality characteristics of white pan bread with honey. *Culinary science and hospitality research*, 19(4), 147–160. Retrieved from <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201334446972973.pdf>
- Kluser, S. et al. (2010). Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators. *UNEP Emerging Issues*, pp. 16–37.
- Koleoglu, G. et al. (2018). Varroa destructor parasitism reduces hemocyte concentrations and prophenol oxidase gene expression in bees from two populations. *Parasitology Research*, 117(4), pp. 1175–1183.
- Korychuk, E.H., Avksentyuk, B.P. (2019). Determination of physico-chemical indicators of bread quality. *Commodity and marketing research of commodity markets*, 208 p. Retrieved from http://vtei.com.ua/konfa/26_02/3/8.pdf
- Koval, O.A., Kovtun, A.V. (2014). Sunflower protein in the creation of meat and vegetable products. New ideas in food science – new products of the food industry. Kyiv, P. 226–228. Retrieved from <http://dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/17928/1/217.pdf>.
- Kovalchuk, I. I., Kykish, I. B., Fedoruk, R. S., & Tsap, M. M. (2021). Мікроелементи тканин організму бджіл за підгодівлі нанотехнологічними цитратами кобальту і германію. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Veterinary Medicine*, (3 (54)), 31–38.
- Krell, R. (1996). Value-added products from beekeeping (No. 124). *Food & Agriculture Org.* <https://static1.squarespace.com/static/5d58367eec31d700>
- Kryvyi, M., Yushchenko, O., Dikhtiar, O., Lisohurska, D., & Stepanenko, V. (2021). Quality of helianthus annuus honey obtained in the conditions of radioactive contamination. *Technology and safety of food products*. 93–102.
- Kulhanek K. et al. (2017). A national survey of managed honey bee 2015–2016 annual colony losses in the USA. *Journal of Apicultural Research*. 56 (4). 328–340. DOI: 10.1080/00218839.2017.1344496.
- Kulhanek, K. et al. (2021). Survey-derived best management practices for backyard beekeepers improve colony health and reduce mortality. *PLoS ONE*, 16(1), pp. 1–18.
- Kumar, A., Gill, J. P. S., Bedi, J. S., & Chhuneja, P. K. (2020). Residues of antibiotics in raw honeys from different apiaries of Northern India and evaluation of human health risks. *Acta Alimentaria*, 49(3), 314–320. <https://doi.org/10.1556/066.2020.49.3.10>
- Kumova, Ulviye, Korkmaz, Ali. (2013). The research on determination of flowering phenology of phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth) and its nectar and pollen potential. *Mellifera*. 13(25).
- Kwong, W. K. and Moran, N. A. (2013). Cultivation and characterization of the gut symbionts of honey bees and bumble bees: Description of *Snodgrassella alvi* gen. nov., sp. nov., a member of the family Neisseriaceae of the betaproteobacteria, and *Gilliamella apicola* gen. nov., sp. nov., a member of Orbaceae fam. nov., Orbales ord. nov., a sister taxon to the order «Enterobacteriales» of the Gammaproteobacteria. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63(6), pp. 1–15.
- Lajos K., Samu F., Bihaly A. D., Fülöp D., Sárospataki M. (2021) Landscape structure affects the sunflower visiting frequency of insect pollinators. *Sci. Rep.*, 11 (1), 1–11. DOI: 10.1038/s41598-021-87650-9.
- Laurino, D. et al. (2020). *Vespa velutina*: An alien driver of honey bee colony losses. *Diversity*.
- Lavrenko, S. O., Sobol, O. M., Korbych, N. M., & Kryvyi, V. V. (2022). Напрями та перспективи використання комах-запилювачів для біоіндикації стану екосистем та змін клімату в умовах півдня України. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 47(1), 80–90.
- Lazarević, K. B., Jovetić, M. S., & Tešić, Ž. L. (2017). Physicochemical parameters as a tool for the assessment of origin of honey. *Journal of AOAC International*, 100(4), 840–851. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.17-0143>
- Le Conte Y, Ellis M, Ritter W (2010). Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses? *Apidologie*. 41 (3). 353–363. DOI : org/10.1051/apido/201001
- Li-Byarlay, H. et al. (2020). Transcriptomic and Epigenomic Dynamics of Honey Bees in Response to Lethal Viral Infection. *Frontiers in Genetics*, 11.
- Lim, S. et al. (2020). Abdominal contact of fluvalinate induces olfactory deficit in *Apis mellifera*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 164, pp. 221–227.
- Lima, C. M. G., Dalla Nora, F. M., Seraglio, S. K. T., da Silva, J. M., Marzoque, H. J., Santana, R. F., Verruck, S. & Scussel, V. M. (2020). Antibiotic residues in honey: a public health issue. *Research, Society and Development*, 9(11), e1739119604. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9604>
- Liolios, V., Tananaki, C., Papaioannou, A. Kanelis, D, Rodopoulou, M-A, Argena, N. (2019). Mineral content in monofloral bee pollen: investigation of the effect of the botanical and geographical origin. *Food Measure*. 13. 1674–1682. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00084-w>.
- Lisohurska D., Adamchuk L., Lisohurska O., Furman S. (2022). Impact of climate and land management in Ukraine on the feed resources of honey bees. Abstract book. *47th Apimondia International Apicultural Congress. (P.179)* August 24–28, 2022, Istanbul, Turkey. https://apimondia2021.com/docs/47th_Apimondia_Congres_Abstract_Book.pdf

- Lisohurska O. V., Lisohurska D. V., Sokolyuk V. M., Furman S. V., Kryvyi M. M., Ligomina I. P. (2020) Inventory of managed honey bee population in Zhytomyr region (Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 133–137. DOI: 10.15421/2020_21.
- Liu, Y. J. et al. (2020). Thiacloprid exposure perturbs the gut microbiota and reduces the survival status in honeybees. *Journal of Hazardous Materials*, 389.
- Lokutova, O. A. (2006). Otsinka bdzholynoho obnizhzhia za vydovym skladom, vmistom pozhyvnykh rehovyn ta morfolohichnymy oznakamy pylkovykh zeren. (26 p.)
- Lomova, N. N., Snezhko, O. O. (2014). Effect of Honey, Royal Jelly and Bee Pollen on Chemical Composition of Yoghurt. *Scientific reports of NULES of Ukraine*. 3.
- López-Urbe, M. M., Ricigliano, V. A., Simone-Finstrom, M. (2020). Defining Pollinator Health: Assessing Bee Ecological, Genetic, and Physiological Factors at the Individual, Colony, and Population Levels. *Annual Review of Animal Biosciences*, 8(1), pp. 1–26.
- Lotfy, M. (2006). Biological activity of bee propolis in health and disease / M. Lotfy. *Asian Pacific J. Cancer Prev*, Vol. 7. P. 22 – 31.
- Lourenço, A. P. et al. (2005). Molecular characterization of a cDNA encoding prophenoloxidase and its expression in *Apis mellifera*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 35(6), pp. 541–552.
- Lu, C. et al. (2020). Mitochondrial Dysfunction: A Plausible Pathway for Honeybee Colony Collapse Disorder (CCD). *Environmental Science and Technology Letters*, 7(4), pp. 254–258.
- Lu, C., Hung, Y. T. and Cheng, Q. (2020). A Review of Sub-lethal Neonicotinoid Insecticides Exposure and Effects on Pollinators. *Current Pollution Reports*, pp. 137–151.
- Lu, C., Warchol, K. M. and Callahan, R. A. (2014). Sub-lethal exposure to neonicotinoids impaired honey bees winterization before proceeding to Colony Collapse Disorder. *Bulletin of Insectology*, 67(1), pp. 125–130.
- Lu, C., Warchol, Kenneth M and Callahan, R. A. (2012). In situ replication of honey bee Colony Collapse Disorder. *Bulletin of Insectology*, 65(1), pp. 99–106.
- Maccagnani, B., Bazzi, C., Biondi, E., Tesoriero, D., & Maini, S. (2004). Potential of *Osmia cornuta* as a carrier of antagonist bacteria in biological control of fire blight: a comparison with *Apis mellifera*. In *X International Workshop on Fire Blight 704*, pp. 379–386. https://www.actahort.org/books/704/704_59.htm;
- Maccagnani, B., Giacomello, F., Fanti, M., Gobbin, D., Maini, S., & Angeli, G. (2009). *Apis mellifera* and *Osmia cornuta* as carriers for the secondary spread of *Bacillus subtilis* on apple flowers. *BioControl*, 54(1), 123–133. <https://doi.org/10.1007/s10526-008-9163-z>;
- Maccagnani, B., Pisman, M., & Smagghe, G. (2020). Dispensers for Entomovectoring: For Every Bee a Different Type?. In *Entomovectoring for Precision Biocontrol and Enhanced Pollination of Crops*. Springer, Cham, 95–122. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18917-4_6
- Maderson S., Wynne-Jones S. (2016) Beekeepers' knowledges and participation in pollinator conservation policy. *Journal of Rural Studies*, 45, 88–98. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2016.02.015.
- Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals (mammals, birds and bees). (2008). World organization for animal health; *OIE*. Vol. II, Sect. 2.2 387–430.
- Mărgăoan, R., Topal, E., Balkanska, R., Yücel, B., Oravec, T., Cornea-Cipcigan, M., & Vodnar, D. C. (2021). Monofloral honeys as a potential source of natural antioxidants, minerals and medicine. *Antioxidants*, 10(7), 1023.
- Martin S. J., Ball B. V., Carreck N. L. (2010). Prevalence and persistence of deformed wing virus (DWV) in untreated or acaricidetreated *Varroa destructor* infested honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1). 72–79. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.10.
- Martínez-Armenta, C., Camacho-Rea, M. C., Martínez-Nava, G. A., Espinosa-Velázquez, R., Pineda, C., Gomez-Quiroz, L. E., & López-Reyes, A. (2021). Therapeutic Potential of Bioactive Compounds in Honey for Treating Osteoarthritis. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 642836. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.642836>.
- Matović, K. et al. (2020). Twenty-five-year study of *Nosema* spp. in honey bees (*Apis mellifera*) in Serbia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(1).
- Matsuda, K., Ihara, M. and Sattelle, D. B. (2019). Neonicotinoid Insecticides: Molecular Targets, Resistance, and Toxicity. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*.
- McCune, F. et al. (2020). Response of wild bee communities to beekeeping, urbanization, and flower availability. *Urban Ecosystems*, 23(1), pp. 39–54.
- McMenamin, A. J., Flenniken, M. L. (2018). Recently identified bee viruses and their impact on bee pollinators. *Current Opinion in Insect Science*.
- Medrzycki P. et al. (2010). Influence of brood rearing temperature on honey bee development and susceptibility to poisoning by pesticides. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1). 52–59. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.07.
- Meixner M. D. et al. (2010). Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1): 85–92. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.12.
- Meixner, M. D. and Le Conte, Y. (2016). A current perspective on honey bee health. *Apidologie*, 47(3), pp. 273–275.
- Michelina Pusceddu, Alessandro Cini, Simona Alberti, Emanuele Salaris, Panagiotis Theodorou, Ignazio Floris and Alberto Satta. (2021). Authors Info & Affiliations Honey bees increase social distancing when facing the ectoparasite *Varroa destructor*. *Science advances* 29 Oct 2021, Vol 7, Issue 44 DOI: 10.1126/sciadv.abj1398.

- Milbrath, M. (2021). Honey Bee Bacterial Diseases. In *Honey Bee Medicine for the Veterinary Practitioner* (eds T.R. Kane and C.M. Faux). <https://doi.org/10.1002/9781119583417.ch22>
- Milone, J. P. et al. (2020). Colony-level pesticide exposure affects honey bee (*Apis mellifera* L.) royal jelly production and nutritional composition. *Chemosphere*, 263.
- Minekonomozvytku of Ukraine (2015). *DRINKING WATER. Requirements and control methods of quality*. DSTU 7525:2014.
- Minekonomozvytku of Ukraine. (2015). Wheaten bread. General technical terms. (DSTU 7517:2014). Kyiv.
- Mitchell, E. A. D. et al. (2017). A worldwide survey of neonicotinoids in honey. *Science*, 358(6359), pp. 109–111.
- Mizuno, M. (1989). Food packaging materials containing propolis [as a preservative]. *Japanese Patent No. JP OI 243 974* [89 243 974], 5 pp.
- Mondet, F. et al. (2020). Honey bee survival mechanisms against the parasite *Varroa destructor*: a systematic review of phenotypic and genomic research efforts. *International Journal for Parasitology*, pp. 433–447.
- Moosbeckhofer R., Pechhacker H., Unterweger H. et al. (2003). Investigations on the oxalic acid content of honey from oxalic acid treated and untreated bee colonies. *Eur Food Res Technol*. 217. 49–52. DOI: 10.1007/s00217-003-0698-z.
- Morse R. A., Calderone N. W. (2020) The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. *Bee Culture*, 132 (3), 1–15.
- Mugica V., Maubert M., Torres M., Munoz J., Rico E. Temporal and spatial variations of metal content in TSP and PM10 in Mexico City during 1996–1998. *Journal of Aerosol Science*. 2002. 33. P. 91–102
- Muljar, R., & Mänd, M. (2011). Using honey bees to disseminate the biocontrol agent *Gliocladium catenulatum* J1446 to strawberries for *Botrytis cinerea* control. In *Proceedings of the 28th Nordic-Baltic Apicultural Research Symposium*, 29–30.
- Muller, F. L., Lustgarten, M. S., Jang, Y., Richardson, A., and Van Remmen, H. (2007). Trends in oxidative ageing theories. *Free Radic. Biol. Med.*, 43, 477–503.
- Münstedt, K., Funk, D., Riepen, T., Berkes, E., & Hübner, J. (2019). Acceptance of apitherapeutic methods in patients consulting general physicians or gynaecologists. *Complementary therapies in Clinical Practice*, 35, 154–157. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2019.02.005>
- Murcia Morales, M. et al. (2019). Distribution of chemical residues in the beehive compartments and their transfer to the honeybee brood. *Science of the Total Environment*, 710.
- Mustafa, M.Z., Shamsuddin, S.H., Sulaiman, S.A. and Abdullah, J.M. (2020). Anti-Inflammatory Properties of Stingless Bee Honey May Reduce the Severity of Pulmonary Manifestations in COVID-19 Infections. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 27, 165–169. <https://doi.org/10.1073/pnas.2005615117>.
- Natsopoulou, M. E. et al. (2017). The virulent, emerging genotype B of Deformed wing virus is closely linked to overwinter honeybee worker loss. *Scientific Reports*, 7(1).
- Negri, I. et al. (2015). Honey Bees (*Apis mellifera*, L.) as Active Samplers of Airborne Particulate Matter. *PLOS ONE*, [online]. Volume 10(7), p. e0132491. Available at: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0132491> [Accessed 8 Apr. 2015].
- Neumann P. N., Carreck N. L. (2010). Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1), 1–6. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.01.
- Newton D. C., Cantwell G. C., Bourouin E. P. (1975). Removal of freeze-killed brood as an index of nest cleaning behaviour in honeybee colonies (*Apis mellifera* L.). *Amer. Bee J.*, 115. 406
- Nicodemo, D. et al. (2020). Mitochondrial Respiratory Inhibition Promoted by Pyraclostrobin in Fungi is Also Observed in Honey Bees. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39(6), pp. 1267–1272.
- Nikhat, S., & Fazil, M. (2022). History, phytochemistry, experimental pharmacology and clinical uses of honey: A comprehensive review with special reference to Unani medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 282, 114614. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114614>.
- Noël, A., Le Conte, Y. and Mondet, F. (2020). *Varroa destructor*: How does it harm *Apis mellifera* honey bees and what can be done about it? *Emerging Topics in Life Sciences*, pp. 45–57.
- Nyankovskyy, S. L., Labinskyy, P. A. (2016). Application of the bee pollen in the nutritive correction of the functional disorders of the biliary tract in children. *Journal of issues in clinical pediatrics*. 3-4. 35–37.
- Oberreiter, H. and Brodschneider, R. (2020). Austrian COLOSS survey of honey bee colony winter losses 2018/19 and analysis of hive management practices. *Diversity*, 12(3).
- Odemer, R. (2020). Reproductive capacity of *Varroa Destructor* in four different honey bee subspecies. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(1), pp. 247–250.
- Olstrom, J. M. (1983). Dried honey. *Am. Bee J.* 123: 656–659.
- Ordóñez, J. L., Pereira-Caro, G., Ludwig, I., Muñoz-Redondo, J. M., Ruiz-Moreno, M. J., Crozier, A., & Moreno-Rojas, J. M. (2018). A critical evaluation of the use of gas chromatography-and high performance liquid chromatography-mass spectrometry techniques for the analysis of microbial metabolites in human urine after consumption of orange juice. *Journal of Chromatography A*, 1575, 100–112.
- Ostroverkhova, N. V. et al. (2020). Prevalence of the microsporidian *Nosema* spp. in honey bee populations (*Apis Mellifera*) in some ecological regions of North Asia. *Veterinary Sciences*, 7(3).

- Paxton R. J. (2010). Does infection by *Nosema ceranae* cause «Colony Collapse Disorder» in honey bees (*Apis mellifera*)? *Journal of Apicultural Research*, 49 (1). 80–84. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.11.
- Peng, G., Sutton, J.C. & Kevan, P.G. (1992) Effectiveness of honey bees for applying the biocontrol agent *Gliocladium roseum* to strawberry flowers to suppress *Botrytis cinerea*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 14, 117/188. <https://doi.org/10.1080/07060669209500888>
- Pereira, J. R., da R. Campos, A. N., de Oliveira, F. C., Silva, V. R. O., David, G. F., Da Silva, J. G., ... Denadai, Â. M. L. (2020). Physical-chemical characterization of commercial honeys from Minas Gerais, Brazil. *Food Bioscience*, 36, 100644. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100644>
- Pintado, C. M., Veloso, A., Maria, Z., Silveira, A., Beato, H., de Andrade, L. P., & Delgado, F. (2020). New flavour bars with cherry, almond and honey. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 857-863. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i12.2220>.
- Piszcz, P., & Głód, B. K. (2019). Antioxidative properties of selected polish honeys. *Journal of Apicultural Science*, 63(1), 81-91.
- Pobiega, K., Igielska, M., Włodarczyk, P., & Gniewosz, M. (2021). The use of pullulan coatings with propolis extract to extend the shelf life of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(2), 1013-1020. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14753>
- Polishchuk, V. P., Haidar, V. A. (2008). *Apiary*. 284 p. ISBN 978-966-96825-9-8.
- Potts S. G. et al. (2010). Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 49 (1). 15–22. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.02.
- Prđun, S., Kremer, D., Bubalo, D., & Svečnjak, L. (2020). Physico-chemical, melissopalynological and sensory characteristics osatsuma mandarin honey (*Citrus unshiu* marc.). *Journal of Central European Agriculture*, 21(2), 256–267. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.2.2787>
- Predescu, C., Papuc, C., & Nicorescu, V. (2015). Antioxidant activity of sunflower and meadow honey. *Sci. Work. Ser. C Vet. Med*, 61, 46-50.
- Prudnikov, V. Losev, O. Mazur, B. (2019). Nutrient content of the pollen of different origin. *Tvarynyystvo Ukrainy*. 9. 37–39.
- Pylypchuk, I. S., Pylypchuk, S. I. (2021). Umbilical cord pathology: modern views on the problem. Modern medical science and education in Ukraine and EU countries: imperatives, transformation, development vectors. (203 p.). <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-029-2-7>.
- Qi, S. et al. (2020). Flumethrin at honey-relevant levels induces physiological stresses to honey bee larvae (*Apis mellifera* L.) in vitro. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 190.
- Rak, V. P., Yurchak, V. G. (2016). Enriching hops bread with calcium. *Scientific Works of National University of Food Technologies*. 22 (5). 205–213.
- Ramsey, S. D. et al. (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(5), pp. 1792–1801.
- Ratiu, I. A., Al-Suod, H., Bukowska, M., Ligor, M., & Buszewski, B. (2020). Correlation study of honey regarding their physicochemical properties and sugars and cyclitols content. *Molecules*, 25(1). <https://doi.org/10.3390/molecules25010034>
- Raz, N., & Daugherty, A.M. (2018). Pathways to Brain Aging and Their Modifiers: Free-Radical-Induced Energetic and Neural Decline in Senescence (FRIENDS) model-a mini-review. *Gerontology*, 64(1), 49-57. <https://doi.org/10.1159/000479508>
- Recklies, K., Kuhn, F., Speer, K. (2017). Charakterisierung der Bienenstockluft. 7. *Apitherapiesymposium*. <https://apitherapy.com/wp-content/uploads/2021/06/Bienen-Stockluft-TU-Dresden-2017.pdf>
- Regulation (EC) No 1924/2006 of 20 December 2006. On nutrition and health claims made on foods. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32006R1924>.
- Reka, L. A., Malanchuk, A. Ya. (2006). Study of biological and honey-producing properties of *Phacelia pyzhmolystia*. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 3. 147.
- Requier, F. et al. (2020). A biodiversity-friendly method to mitigate the invasive Asian hornet's impact on European honey bees. *Journal of Pest Science*, 93(1).
- Reyes, L. M., Landgraf, M., & Sobral, P. J. A. (2021). Gelatin-based films activated with red propolis ethanolic extract and essential oils. *Food Packaging and Shelf Life*, 27, 100607. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100607>;
- Ribot, E. (1960). Beeswax and sperm oil as separation agents substitute for liquid paraffin. *Zuckeru. S-sswaren*, 13: 190, 196.
- Robustillo, M. C., Pérez, C. J., & Parra, M. I. (2022). Predicting internal conditions of beehives using precision beekeeping. *Biosystems engineering*, 221, 19-29. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.06.006>
- Rodopoulou, M. A., Tananaki, C., Dimou, M., Liolios, V., Kanelis, D., Goras, G., & Thrasyvoulou, A. (2018). The determination of the botanical origin in honeys with over-represented pollen: combination of melissopalynological, sensory and physicochemical analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(7), 2705–2712. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8764>
- Romo-Chacon A., Martínez-Contreras L. J., Molina-Corral F. J. et al. (2016). Evaluation of Oregano (*Lippia berlandieri*) Essential Oil and Entomopathogenic Fungi for *Varroa destructor* Control in Colonies of Honey Bee, *Apis mellifera*. *Southwestern Entomologist*. 41 (4). 971–982. DOI : [org/10.3958/059.041.0427](https://doi.org/10.3958/059.041.0427).

- Rosenkranz P., Aumeier P., Ziegelmann B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *J Invertebr Pathol.* 103. 96–119. DOI : org/10.1016/j.jip.2009.07.016.
- Rossi, M., Ott, S. R. and Niven, J. E. (2020). Malpighamoeba infection compromises fluid secretion and P-glycoprotein detoxification in Malpighian tubules. *Scientific Reports*, 10(1), pp. 1–12.
- Roth, M. A. et al. (2020). Biology and Management of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Colonies. *Journal of Integrated Pest Management*, 11(1).
- Rowland, B.W., Rushton, S.P., Shirley, M.D.F. et al. (2021). Identifying the climatic drivers of honey bee disease in England and Wales. *Sci Rep* 11, 21953. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01495-w>.
- Róžańska, H., & Osek, J. (2012). Effect of storage on microbiological quality of honey. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 56(2), 161-163. <https://doi.org/10.2478/v10213-012-0029-x>.
- Rut A. I. i dr. Entsiklopediya pchelovodstva [Encyclopedia of beekeeping]. *Hudojestvennaya literatra TM «Brat»*, 1993. S. 12. Available from https://bee-manual.ucoz.ru/book/knigi/ehnciklopedija_pchelovodstva.pdf.
- Ryabov, E. V. et al. (2020). Development of a honey bee RNA virus vector based on the genome of a deformed wing virus. *Viruses*, 12(4).
- Sabahi, Q., Gashout H., Kelly P. G. et al. (2017). Continuous release of oregano oil effectively and safely controls *Varroa destructor* infestations in honey bee colonies in a northern climate. *Exp Appl Acarol.* 72: 263–275. DOI : org/10.1007/s10493-017-0157-3.
- Sakač, M. B., Jovanov, P. T., Marić, A. Z., Pezo, L. L., Kevrešan, Ž. S., Novaković, A. R., & Nedeljković, N. M. (2019). Physicochemical properties and mineral content of honey samples from Vojvodina (Republic of Serbia). *Food Chemistry*, 276, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.149>
- Sammataro, D. and Yoder, J. A. (2011) Honey bee colony health: Challenges and sustainable solutions. *Honey Bee Colony Health: Challenges and Sustainable Solutions*.
- Santrac V, Granato A., Mutinelli F. (2010). Detection of *Nosema ceranae* in *Apis mellifera* from Bosnia and Herzegovina. *Journal of Apicultural Research.* 49 (1). 100-101. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.16.
- Šarić, G., Vahčić, N., Bursać Kovačević, D., & Putnik, P. (2020). The changes of flavonoids in honey during storage. *Processes*, 8(8), 943. <https://doi.org/10.3390/PR8080943>.
- Sawicki, T., Starowicz, M., Kłębukowska, L., & Hanus, P. (2022). The profile of polyphenolic compounds, contents of total phenolics and flavonoids, and antioxidant and antimicrobial properties of bee products. *Molecules*, 27(4), 1301. <https://doi.org/10.3390/molecules27041301>.
- Schmid, M. R. et al. (2008). Adult honeybees (*Apis mellifera* L.) abandon hemocytic, but not phenoloxidase-based immunity. *Journal of Insect Physiology*, 54(2), pp. 439–444.
- Schmidt, J. O., Buchmann, S. L. (1992). Other products of the hive. In: The hive and the honeybee J. M. Graham, ed. *Dadant & Sons, Hamilton, Illinois, USA.* 927–988.
- SE UkrNDNC. (2017). *FOOD COMMON SALT. General specifications.* DSTU 3583:2015.
- SE UkrNDNC. (2019). *RYE BREAD FLOUR. Specifications.* DSTU 8791:2018.
- Šedík, P., Pocol, C. B., Horská, E., & Fiore, M. (2019). Honey: food or medicine? A comparative study between Slovakia and Romania. *British Food Journal*. <https://doi.org/10.1108/BFJ-12-2018-0813>.
- Seijo, M. C., Escuredo, O., & Rodríguez-Flores, M. S. (2019). Physicochemical properties and pollen profile of oak honeydew and evergreen oak honeydew honeys from Spain: A comparative study. *Foods*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/foods8040126>
- Selvaraju, K., Vikram, P., Soon, J. M., Krishnan, K. T., & Mohammed, A. (2019). Melissopalynological, physicochemical and antioxidant properties of honey from West Coast of Malaysia. *Journal of Food Science and Technology*, 56(5), 2508–2521. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03728-3>
- Senchuk T., Grechka H., Senchylo O., Kulynych I., Peliukhnia I. (2022). Peculiarities of hygiene of bees on the background of other biological signs. Abstract book. *47th Apimondia International Apicultural Congress. (P.107)* August 24-28, 2022, Istanbul, Turkey. Retrieved from https://apimondia2021.com/docs/47th_Apimondia_Congres_Abstract_Book.pdf
- Shelley E., Brown T., Karthikeyan A., Gauvreau N., Kevan P. (2022). Protectabee™: An All-In-One Adjustable Hive Entrance. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/359897484_BEE_CULTURE_40_Protectabee_An_All-In-One_Adjustable_Hive_Entrance
- Shi, J. et al. (2020). Sublethal acetamiprid doses negatively affect the lifespans and foraging behaviors of honey bee (*Apis mellifera* L.) workers. *Science of the Total Environment*, 738.
- Shipp, J. L., Kevan, P. G., Sutton, J. C., Kapongo, J. P., Al-Mazra'awi, M. S., Broadbent, A. B., & Khosla, S. (2008). Using insects as a novel application strategy for the delivery of microbial agents for biological control of arthropod pests in greenhouse crops. *Biological Control Symposium*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/277841218_Using_Insects_as_a_Novel_Application_Strategy_for_The_Delivery_of_Microbial_Agents_for_Biological_Control_of_Arthropod_Pests_in_Greenhouse_Crops
- Silva, TGS (2019). Therapeutic inhalation of beehive's air Characterizing the volatile components present in the air of beehive of *Apis mellifera* species. *46th Apimondia – International Apicultural Congress*. Retrieved from <https://apitherapy.com/wp-content/uploads/2021/06/Therapeutic-inhalation-of-beehive-air-T.-Guardia-de-Souza-e-Silva-PDF-PPT.pdf>

- Silva, TGS; Bustillos, OV; Amaral, P; Motta, LB; Praxedes, LA. (2018). Therapeutic inhalation of beehive air – Characterizing the volatile components present in the air of beehive of *Apis mellifera* species [Bachelor's of Science Thesis]. *Paulista University – Brazil*.
- Škrovánková, S., Snopek, L., Mlček, J., & Volaříková, E. (2019). Bioactive compounds evaluation in different types of Czech and Slovak honeys. *Potravinářstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 13(1), 94–99. <https://doi.org/10.5219/1025>
- Smaghe, G., Mommaerts, V., Hokkanen, H., & Menzler-Hokkanen, I. (2012). Multitrophic interactions: the entomovector technology. *Arthropod-plant interactions*. Springer, Dordrecht, 127-157 https://doi.org/10.1007/978-94-007-3873-7_5
- Smith, G. C., Bromenshenk, J. J., Jones, D. C., & Alnasseer, G. H. (2002). Volatile and semivolatile organic compounds in beehive atmospheres (pp. 12-41). *Taylor and Francis*. ISBN 0-203-21865-5/ Retrieved from <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203218655-5/volatile-semi-volatile-organic-compounds-beehive-atmospheres-smith-bromenshenk-jones-smith-bromenshenk>;
- Snodgrass, R. E. (1910) *The Anatomy of the Honey Bee*. Washington: Government printing office.
- Soares, S., Pinto, D., Rodrigues, F., Alves, R. C., & Oliveira, M. B. P. (2017). Portuguese honeys from different geographical and botanical origins: A 4-year stability study regarding quality parameters and antioxidant activity. *Molecules*, 22(8), 1338.
- Socha, R., Juszczak, L., Pietrzyk, S., Gałkowska, D., Fortuna, T., & Witzak, T. (2011). Phenolic profile and antioxidant properties of Polish honeys. *International journal of food science & technology*, 46(3), 528-534.
- Stanimirović, Z. et al. (2019). Looking for the causes of and solutions to the issue of honey bee colony losses. *Acta Veterinaria*, pp. 1–31.
- Steinhauer, N. et al. (2018). Drivers of colony losses. *Current Opinion in Insect Science*, pp. 142–148.
- Steinhauer, N., vanEngelsdorp, D. and Saegerman, C. (2021). Prioritizing changes in management practices associated with reduced winter honey bee colony losses for US beekeepers. *Science of the Total Environment*, 753, p. 141629.
- Straumite, E., Bartule, M., Valdovska, A., Kruma, Z., Galoburda, R. (2022). Physical and Microbiological Characteristics and Antioxidant Activity of Honey Bee Pollen. *Applied Sciences*. 12. 3039. <https://doi.org/10.3390/app12063039>.
- Sulfamethazine (Compound). (2022). PubChem – National Library of Medicine. *National Institutes of Health. Department of Health and Human Services*. Application date: 29.04.22. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sulfamethazine>.
- Szczurek, A., & Maciejewska, M. (2021). Beehive Air Sampling and Sensing Device Operation in Apicultural Applications – Methodological and Technical Aspects. *Sensors*, 21(12), 4019. <https://doi.org/10.3390/s21124019>;
- Tesovnik, T. et al. (2020). Exposure of honey bee larvae to thiamethoxam and its interaction with *Nosema ceranae* infection in adult honey bees. *Environmental Pollution*, 256.
- Thakur, M., Nanda, V. (2019). Process optimization of polyphenol-rich milk powder using bee pollen based on physicochemical and functional properties. *Journal of Food Process Engineering*. 42(6). e13148. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13148>.
- Thakur, M., Nanda, V. (2020). Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 98. 82–106. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.001>
- Tiago Guardia de Souza e Silva. (2019). Therapeutic inhalation of beehive's air Characterizing the volatile components present in the air of beehive of *Apis mellifera* species. *46th Apimondia – International Apicultural Congress*. Retrieved from <https://apitherapy.com/wp-content/uploads/2021/06/Therapeutic-inhalation-of-beehive-air-T-Guardia-de-Souza-e-Silva-PDF-PPT.pdf>
- Tomé, H. V. V. et al. (2020). Frequently encountered pesticides can cause multiple disorders in developing worker honey bees. *Environmental Pollution*, 256.
- Tong, Q., Zhang, X., Wu, F., Tong, J., Zhang, P., & Zhang, J. (2010). Effect of honey powder on dough rheology and bread quality. *Food Research International*, 43(9), 2284–2288. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.08.002>.
- Topal, E., Adamchuk, L., Negri, I., Kösoğlu, M., Papa, G., Dârjan, M. S., ... & Mărgăoan, R. (2021). Traces of Honeybees, Api-Tourism and Beekeeping: *From Past to Present*. *Sustainability*, 13(21), 11659. <https://doi.org/10.3390/su132111659>;
- Traniello, I. M. et al. (2020). Meta-analysis of honey bee neurogenomic response links Deformed wing virus type A to precocious behavioral maturation. *Scientific Reports*, 10(1).
- Tridge (2021). Top Exporting Countries of Honey. [online] Available at: <https://www.tridge.com/intelligences/honey/export> [Accessed 12 Mar. 2021].
- Ulmer, M., Smetana, S., & Heinz, V. (2020). Utilizing honeybee drone brood as a protein source for food products: Life cycle assessment of apiculture in Germany. Resources, *Conservation and Recycling*, 154, 104576. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104576>
- Umesh Hebbar, H., Rastogi, N. K., & Subramanian, R. (2008). Properties of dried and intermediate moisture honey products: A review. *International Journal of Food Properties*, 11(4), 804–819. <https://doi.org/10.1080/>
- Underwood R. M. & Currie R. W. (2007) Effects of release pattern and room ventilation on survival of varroa mites and queens during indoor winter fumigation of honey bee colonies with formic acid. *Can Entomol.* 139. 881–893. DOI : [org/10.4039/n06-085](https://doi.org/10.4039/n06-085).

- Underwood R. M. & Currie R. W. (2003). The effects of temperature and dose of formic acid on treatment efficacy against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), a parasite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Exp Appl Acarol.* 29, 303. DOI : 10.1023/A:1025892906393.
- Underwood RM, Traver BE, López-Urbe MM. (2019). Beekeeping Management Practices Are Associated with Operation Size and Beekeepers' Philosophy towards in-Hive Chemicals. *Insects.* 10(1):10. <https://doi.org/10.3390/insects10010010>.
- Vanbergen, A. J. et al. (2013). Threats to an ecosystem service: Pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), pp. 251–259.
- VanEngelsdorp, D. et al. (2009). Colony collapse disorder: A descriptive study. *PLoS ONE*, 4(8).
- VanEngelsdorp, D. et al. (2017). Colony Collapse Disorder (CCD) and bee age impact honey bee pathophysiology, *PLoS ONE*.
- Vázquez, D. E. et al. (2020). Chronic exposure to glyphosate induces transcriptional changes in honey bee larva: A toxicogenomic study. *Environmental Pollution*, 261.
- Végh, R., Csóka, M., Stefanovits-Bányai, É., Sipos, L. (2022, September 16) Effect of enrichment with monofloral pollens on the total phenolic and flavonoid content of baked goods. Retrieved from <http://www.foodconf.hu/poster/P4000/66.pdf>.
- Verushkin A. G., Kulikov A. Y., Kutsanyan A. A. (2021) A validated method for coumarin quantification in *Meliloti herba* and its ethanolic extracts using micellar thin-layer chromatography. *Annals of advances in chemistry*, 2576-3768, 13–18. <https://doi.org/10.29328/journal.aac.1001024>.
- Viteri, R., Zacconi, F., Montenegro, G., & Giordano, A. (2021). Bioactive compounds in *Apis mellifera* monofloral honeys. *Journal of Food Science*, 86(5), 1552–1582. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15706>.
- Vovk, V.V., Paska, M.Z. (2016). Prospects of creation of new types of the mayonnaise foods enriched by foods of beekeeping. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*. Vol. 18, no 2 (68). Retrieved from <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/3389/1/TOM%2018%20№%202%2868%29%202016%20%281%29.pdf>.
- Wakayama, T., Lee, C. Y. (1987). Factors influencing the clarification of apple juice with honey. *Food Chemistry*, 25:111–116.
- Walsh, E. M. et al. (2020). Queen honey bee (*Apis mellifera*) pheromone and reproductive behavior are affected by pesticide exposure during development. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 74(3).
- Wang, K. et al. (2021). Gut microbiota protects honey bees (*Apis mellifera* L.) against polystyrene microplastics exposure risks. *Journal of Hazardous Materials*, 402.
- Wang, S.Y., Zheng, W. (2001). Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 4977-4982.
- Wang, X. et al. (2018). Mechanism of Neonicotinoid Toxicity: Impact on Oxidative Stress and Metabolism. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 58, pp. 471–507.
- Wang, X.H., Gheldof, N., Engeseth, N.J. (2004). Effect of processing and storage on antioxidant capacity of honey. *J. Food Sci.*, 69.
- Wang, Y., Zhu, Y. C. and Li, W. (2020a). Comparative examination on synergistic toxicities of chlorpyrifos, acephate, or tetraconazole mixed with pyrethroid insecticides to honey bees (*Apis mellifera* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 27(7), pp. 6971–6980.
- Wang, Y., Zhu, Y. C. and Li, W. (2020b). Interaction patterns and combined toxic effects of acetamiprid in combination with seven pesticides on honey bee (*Apis mellifera* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 190.
- Westcott L. C & Winston M. L. (1999) Chemical acaricides in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies; do they cause nonlethal effects? *Can Entomol*, 131. 363–371. DOI : org/10.4039/Ent131363-3.
- Willer H. & Lernoud J. (Eds.). (2019). The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2019. *Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn*. Available from : <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2019.html>.
- Witczak A., Pohoryło A., Abdel-Gawad H. (2021) Endocrine-disrupting organochlorine pesticides in human breast milk: Changes during lactation. *Nutrients*. 13 (1), 229. doi: [10.3390/nu13010229](https://doi.org/10.3390/nu13010229).
- Wood, S. C., de Mattos, I. M., et al. (2020b). Effects of chronic dietary thiamethoxam and prothioconazole exposure on *Apis mellifera* worker adults and brood. *Pest Management Science*, 76(1), pp. 85–94.
- Wood, S. C., Kozii, I. V., et al. (2020a). Chronic high-dose neonicotinoid exposure decreases overwinter survival of *Apis mellifera* L. *Insects*, 11(1).
- Xu, X., Han, M., Li, T., Sun, W., Wang, D., Fu, B., ... & Wei, H. (2020). Effective treatment of severe COVID-19 patients with tocilizumab. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(20), 10970–10975.
- Yang, Y. et al. (2020). Acute and chronic toxicity of acetamiprid, carbaryl, cypermethrin and deltamethrin to *Apis mellifera* larvae reared in vitro. *Pest Management Science*, 76(3), pp. 978–985.
- Yener, E., Ungan, S., Ozilgen, M. (1987). Drying behaviour of honey starch mixtures. *J. Food. Sci.*, 52 (4): 1054–1058.
- Zajickova Z., Špánik I. (2019) Applications of monolithic columns in gas chromatography and supercritical fluid chromatography. *Journal of separation science*. 42(5), 999–1011.
- Zaluski, R. et al. (2020). Modification of the head proteome of nurse honeybees (*Apis mellifera*) exposed to field-relevant doses of pesticides. *Scientific Reports*, 10(1).

- Zarei, M., Fazlara, A., & Alijani, N. (2019). Evaluation of the changes in physicochemical and antioxidant properties of honey during storage. *Functional Foods in Health and Disease*, 9(9), 593–605. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v9i9.616>.
- Zarei, M., Fazlara, A., & Tulabifard, N. (2019). Effect of thermal treatment on physicochemical and antioxidant properties of honey. *Heliyon*, 5(6), e01894. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01894>
- Zeaiter, Z. and Myerscough, M. R. (2020). Poor hive thermoregulation produces an Allee effect and leads to colony collapse. *Journal of Theoretical Biology*, 503.
- Zhang, Z. Y. et al. (2019). Deltamethrin Impairs Honeybees (*Apis mellifera*) Dancing Communication. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 78(1), pp. 117–123.
- Zhang, Z. Y. et al. (2020). Honeybees (*Apis mellifera*) modulate dance communication in response to pollution by imidacloprid. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 23(2), pp. 477–482.
- Zhu, L. et al. (2020). Nitenpyram disturbs gut microbiota and influences metabolic homeostasis and immunity in honey bee (*Apis mellifera* L.). *Environmental Pollution*, Volume 258, p. 113671. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31855676/> [Accessed 8 Apr. 2021].

ДОДАТКИ

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕННЯ ОБРАХУНКІВ У СЕРЕДОВИЩІ R ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СКРИПТОВОЇ МОВИ

Додаток А 1

Завантаження в середовище R та перевірка отриманих даних

```

bees2018 <- read.table('C:/R/data/data2018bees.txt', header = TRUE, sep = '') #
Завантаження пулу даних
str(bees2018) # Перевірка даних
## 'data.frame': 160 obs. of 24 variables:
## $ NumberOfSample : num 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 ...
## $ NumberOfBee : int 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
## $ Place : chr "Kaniv" "Kaniv" "Kaniv" "Kaniv" ...
## $ Oblast : chr "Cherkasy" "Cherkasy" "Cherkasy"
"Cherkasy" ...
## $ Status : chr "Chalkbrood" "Chalkbrood" "Chalkbrood"
"Chalkbrood" ...
## $ SamplingDate : chr "19.07.2018" "19.07.2018" "19.07.2018"
"19.07.2018" ...
## $ AutopsyDate : chr "01.08.2018" "01.08.2018" "01.08.2018"
"01.08.2018" ...
## $ BlackTissue : int 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ WhiteNodules : int 0 1 0 1 1 0 0 0 0 1 ...
## $ VentriculusSize : int 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2 ...
## $ VentriculusColoration : int 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 ...
## $ PyloricScarring : int 1 0 1 1 0 0 0 1 0 0 ...
## $ MalpighianTubuleColor : int 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 ...
## $ MalpighianTubuleQuantity : int 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 ...
## $ MalpighianTubuleIridescence: int 1 1 0 0 1 0 0 0 1 0 ...
## $ FecalMatterColor : int 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 ...
## $ RectumDistension : int 2 0 0 2 2 2 2 1 2 2 ...
## $ FecalMatterConsistency : int 1 0 0 1 1 0 1 1 0 1 ...
## $ EnterolithsInRectum : int 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ VenomSacColor : int 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 ...
## $ VenomSacDebris : int 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 ...
## $ StingGlandSwelling : int 1 0 0 2 2 1 1 0 1 2 ...
## $ StingGlandTissueMelanosis : int 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ StingGlandColor : int 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

```

Створення унікальних змінних для кожної ознаки за вибірками

```
# Лящівка
```

```
BlackTissue.1.Lyashchivka <- table(bees2018$BlackTissue[bees2018$Place ==
'Lyashchivka'])
WhiteNodules.2.Lyashchivka <- table(bees2018$WhiteNodules[bees2018$Place ==
'Lyashchivka'])
VentriculusSize.3.Lyashchivka <- table(bees2018$VentriculusSize[bees2018$Place
== 'Lyashchivka'])
VentriculusColoration.4.Lyashchivka <-
table(bees2018$VentriculusColoration[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
PyloricScarring.5.Lyashchivka <- table(bees2018$PyloricScarring[bees2018$Place
== 'Lyashchivka'])
MalpighianTubuleColor.6.Lyashchivka <-
table(bees2018$MalpighianTubuleColor[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
MalpighianTubuleQuantity.7.Lyashchivka <-
table(bees2018$MalpighianTubuleQuantity[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
MalpighianTubuleIridescence.8.Lyashchivka <-
table(bees2018$MalpighianTubuleIridescence[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
FecalMatterColor.9.Lyashchivka <-
table(bees2018$FecalMatterColor[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
RectumDistension.10.Lyashchivka <-
table(bees2018$RectumDistension[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
FecalMatterConsistency.11.Lyashchivka <-
table(bees2018$FecalMatterConsistency[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
EnterolithsInRectum.12.Lyashchivka <-
table(bees2018$EnterolithsInRectum[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
VenomSacColor.13.Lyashchivka <- table(bees2018$VenomSacColor[bees2018$Place ==
'Lyashchivka'])
VenomSacDebris.14.Lyashchivka <- table(bees2018$VenomSacDebris[bees2018$Place
== 'Lyashchivka'])
StingGlandSwelling.15.Lyashchivka <-
table(bees2018$StingGlandSwelling[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
StingGlandTissueMelanosis.16.Lyashchivka <-
table(bees2018$StingGlandTissueMelanosis[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
StingGlandColor.17.Lyashchivka <- table(bees2018$StingGlandColor[bees2018$Place
== 'Lyashchivka'])
```

```
# Канів
```

```
BlackTissue.1.Kaniv <- table(bees2018$BlackTissue[bees2018$Place == 'Kaniv'])
WhiteNodules.2.Kaniv <- table(bees2018$WhiteNodules[bees2018$Place == 'Kaniv'])
VentriculusSize.3.Kaniv <- table(bees2018$VentriculusSize[bees2018$Place ==
'Kaniv'])
VentriculusColoration.4.Kaniv <-
table(bees2018$VentriculusColoration[bees2018$Place == 'Kaniv'])
PyloricScarring.5.Kaniv <- table(bees2018$PyloricScarring[bees2018$Place ==
'Kaniv'])
MalpighianTubuleColor.6.Kaniv <-
table(bees2018$MalpighianTubuleColor[bees2018$Place == 'Kaniv'])
```

```

MalpighianTubuleQuantity.7.Kaniv <-
table(bees2018$MalpighianTubuleQuantity[bees2018$Place == 'Kaniv'])
MalpighianTubuleIridescence.8.Kaniv <-
table(bees2018$MalpighianTubuleIridescence[bees2018$Place == 'Kaniv'])
FecalMatterColor.9.Kaniv <- table(bees2018$FecalMatterColor[bees2018$Place ==
'Kaniv'])
RectumDistension.10.Kaniv <- table(bees2018$RectumDistension[bees2018$Place ==
'Kaniv'])
FecalMatterConsistency.11.Kaniv <-
table(bees2018$FecalMatterConsistency[bees2018$Place == 'Kaniv'])
EnterolithsInRectum.12.Kaniv <-
table(bees2018$EnterolithsInRectum[bees2018$Place == 'Kaniv'])
VenomSacColor.13.Kaniv <- table(bees2018$VenomSacColor[bees2018$Place ==
'Kaniv'])
VenomSacDebris.14.Kaniv <- table(bees2018$VenomSacDebris[bees2018$Place ==
'Kaniv'])
StingGlandSwelling.15.Kaniv <- table(bees2018$StingGlandSwelling[bees2018$Place
== 'Kaniv'])
StingGlandTissueMelanosis.16.Kaniv <-
table(bees2018$StingGlandTissueMelanosis[bees2018$Place == 'Kaniv'])
StingGlandColor.17.Kaniv <- table(bees2018$StingGlandColor[bees2018$Place ==
'Kaniv'])

# Оржиця

BlackTissue.1.Orzhytsya <- table(bees2018$BlackTissue[bees2018$Place ==
'Orzhytsya'])
WhiteNodules.2.Orzhytsya <- table(bees2018$WhiteNodules[bees2018$Place ==
'Orzhytsya'])
VentriculusSize.3.Orzhytsya <- table(bees2018$VentriculusSize[bees2018$Place ==
'Orzhytsya'])
VentriculusColoration.4.Orzhytsya <-
table(bees2018$VentriculusColoration[bees2018$Place == 'Orzhytsya'])
PyloricScarring.5.Orzhytsya <- table(bees2018$PyloricScarring[bees2018$Place ==
'Orzhytsya'])
MalpighianTubuleColor.6.Orzhytsya <-
table(bees2018$MalpighianTubuleColor[bees2018$Place == 'Orzhytsya'])
MalpighianTubuleQuantity.7.Orzhytsya <-
table(bees2018$MalpighianTubuleQuantity[bees2018$Place == 'Orzhytsya'])
MalpighianTubuleIridescence.8.Orzhytsya <-
table(bees2018$MalpighianTubuleIridescence[bees2018$Place == 'Orzhytsya'])
FecalMatterColor.9.Orzhytsya <- table(bees2018$FecalMatterColor[bees2018$Place
== 'Orzhytsya'])
RectumDistension.10.Orzhytsya <- table(bees2018$RectumDistension[bees2018$Place
== 'Orzhytsya'])
FecalMatterConsistency.11.Orzhytsya <-
table(bees2018$FecalMatterConsistency[bees2018$Place == 'Orzhytsya'])
EnterolithsInRectum.12.Orzhytsya <-
table(bees2018$EnterolithsInRectum[bees2018$Place == 'Orzhytsya'])
VenomSacColor.13.Orzhytsya <- table(bees2018$VenomSacColor[bees2018$Place ==
'Orzhytsya'])
VenomSacDebris.14.Orzhytsya <- table(bees2018$VenomSacDebris[bees2018$Place ==
'Orzhytsya'])
StingGlandSwelling.15.Orzhytsya <-
table(bees2018$StingGlandSwelling[bees2018$Place == 'Orzhytsya'])

```

```
StingGlandTissueMelanosis.16.Orzhytsya <-  
table(bees2018$StingGlandTissueMelanosis[bees2018$Place == 'Orzhytsya'])  
StingGlandColor.17.Orzhytsya <- table(bees2018$StingGlandColor[bees2018$Place  
== 'Orzhytsya'])
```

Створення загальної таблиці кількісного розподілу станів ознак

```
# Кількість об'єктів у вибірці
```

```
n.Lyashchivka <- length(bees2018$BlackTissue[bees2018$Place == 'Lyashchivka'])
n.Kaniv <- length(bees2018$VenomSacDebris[bees2018$Place == 'Kaniv'])
n.Orzhytsya <- length(bees2018$StingGlandColor[bees2018$Place == 'Orzhytsya'])
```

```
# Створення таблиці кількісного розподілу станів ознак
```

```
Sign <- c('BlackTissue', 'WhiteNodules', 'VentriculusSize',
'VentriculusColoration', 'PyloricScarring', 'MalpighianTubuleColor',
'MalpighianTubuleQuantity', 'MalpighianTubuleIridescence', 'FecalMatterColor',
'RectumDistension', 'FecalMatterConsistency', 'EnterolithsInRectum',
'VenomSacColor', 'VenomSacDebris', 'StingGlandSwelling',
'StingGlandTissueMelanosis', 'StingGlandColor')
Lyashchivka.0 <- c(BlackTissue.1.Lyashchivka[1], WhiteNodules.2.Lyashchivka[1],
VentriculusSize.3.Lyashchivka[1], VentriculusColoration.4.Lyashchivka[1],
PyloricScarring.5.Lyashchivka[1], MalpighianTubuleColor.6.Lyashchivka[1],
MalpighianTubuleQuantity.7.Lyashchivka[1],
MalpighianTubuleIridescence.8.Lyashchivka[1],
FecalMatterColor.9.Lyashchivka[1], RectumDistension.10.Lyashchivka[1],
FecalMatterConsistency.11.Lyashchivka[1],
EnterolithsInRectum.12.Lyashchivka[1], VenomSacColor.13.Lyashchivka[1],
VenomSacDebris.14.Lyashchivka[1], StingGlandSwelling.15.Lyashchivka[1],
StingGlandTissueMelanosis.16.Lyashchivka[1], StingGlandColor.17.Lyashchivka[1])
```

```
# Кількість бджіл зі станом 0 для 17 патанатомічних ознак у межах пасіки в с. Лящівка
```

```
Lyashchivka.1 <- c(BlackTissue.1.Lyashchivka[2], WhiteNodules.2.Lyashchivka[2],
VentriculusSize.3.Lyashchivka[2], VentriculusColoration.4.Lyashchivka[2],
PyloricScarring.5.Lyashchivka[2], MalpighianTubuleColor.6.Lyashchivka[2],
MalpighianTubuleQuantity.7.Lyashchivka[2],
MalpighianTubuleIridescence.8.Lyashchivka[2],
FecalMatterColor.9.Lyashchivka[2], RectumDistension.10.Lyashchivka[2],
FecalMatterConsistency.11.Lyashchivka[2],
EnterolithsInRectum.12.Lyashchivka[2], VenomSacColor.13.Lyashchivka[2],
VenomSacDebris.14.Lyashchivka[2], StingGlandSwelling.15.Lyashchivka[2],
StingGlandTissueMelanosis.16.Lyashchivka[2], StingGlandColor.17.Lyashchivka[2])
```

```
# Частота стану 1 для 17 патанатомічних ознак у межах пасіки в с. Лящівка
```

```
Lyashchivka.2 <- c(BlackTissue.1.Lyashchivka[3], WhiteNodules.2.Lyashchivka[3],
VentriculusSize.3.Lyashchivka[3], VentriculusColoration.4.Lyashchivka[3],
PyloricScarring.5.Lyashchivka[3], MalpighianTubuleColor.6.Lyashchivka[3],
MalpighianTubuleQuantity.7.Lyashchivka[3],
MalpighianTubuleIridescence.8.Lyashchivka[3],
FecalMatterColor.9.Lyashchivka[3], RectumDistension.10.Lyashchivka[3],
FecalMatterConsistency.11.Lyashchivka[3],
EnterolithsInRectum.12.Lyashchivka[3], VenomSacColor.13.Lyashchivka[3],
VenomSacDebris.14.Lyashchivka[3], StingGlandSwelling.15.Lyashchivka[3],
StingGlandTissueMelanosis.16.Lyashchivka[3], StingGlandColor.17.Lyashchivka[3])
```

```
# Кількість бджіл зі станом 2 для 17 патанатомічних ознак у межах пасіки в с. Лящівка
```

```

Kaniv.0 <- c(BlackTissue.1.Kaniv[1], WhiteNodules.2.Kaniv[1],
VentriculusSize.3.Kaniv[1], VentriculusColoration.4.Kaniv[1],
PyloricScarring.5.Kaniv[1], MalpighianTubuleColor.6.Kaniv[1],
MalpighianTubuleQuantity.7.Kaniv[1], MalpighianTubuleIridescence.8.Kaniv[1],
FecalMatterColor.9.Kaniv[1], RectumDistension.10.Kaniv[1],
FecalMatterConsistency.11.Kaniv[1], EnterolithsInRectum.12.Kaniv[1],
VenomSacColor.13.Kaniv[1], VenomSacDebris.14.Kaniv[1],
StingGlandSwelling.15.Kaniv[1], StingGlandTissueMelanosis.16.Kaniv[1],
StingGlandColor.17.Kaniv[1]) # Кількість бджіл зі станом 0 для 17
патанатомічних ознак у межах пасіки в м. Канів
Kaniv.1 <- c(BlackTissue.1.Kaniv[2], WhiteNodules.2.Kaniv[2],
VentriculusSize.3.Kaniv[2], VentriculusColoration.4.Kaniv[2],
PyloricScarring.5.Kaniv[2], MalpighianTubuleColor.6.Kaniv[2],
MalpighianTubuleQuantity.7.Kaniv[2], MalpighianTubuleIridescence.8.Kaniv[2],
FecalMatterColor.9.Kaniv[2], RectumDistension.10.Kaniv[2],
FecalMatterConsistency.11.Kaniv[2], EnterolithsInRectum.12.Kaniv[2],
VenomSacColor.13.Kaniv[2], VenomSacDebris.14.Kaniv[2],
StingGlandSwelling.15.Kaniv[2], StingGlandTissueMelanosis.16.Kaniv[2],
StingGlandColor.17.Kaniv[2]) # Кількість бджіл зі станом 1 для 17
патанатомічних ознак у межах пасіки в м. Канів
Kaniv.2 <- c(BlackTissue.1.Kaniv[3], WhiteNodules.2.Kaniv[3],
VentriculusSize.3.Kaniv[3], VentriculusColoration.4.Kaniv[3],
PyloricScarring.5.Kaniv[3], MalpighianTubuleColor.6.Kaniv[3],
MalpighianTubuleQuantity.7.Kaniv[3], MalpighianTubuleIridescence.8.Kaniv[3],
FecalMatterColor.9.Kaniv[3], RectumDistension.10.Kaniv[3],
FecalMatterConsistency.11.Kaniv[3], EnterolithsInRectum.12.Kaniv[3],
VenomSacColor.13.Kaniv[3], VenomSacDebris.14.Kaniv[3],
StingGlandSwelling.15.Kaniv[3], StingGlandTissueMelanosis.16.Kaniv[3],
StingGlandColor.17.Kaniv[3]) # Кількість бджіл зі станом 2 для 17
патанатомічних ознак у межах пасіки в м. Канів
Orzhytsya.0 <- c(BlackTissue.1.Orzhytsya[1], WhiteNodules.2.Orzhytsya[1],
VentriculusSize.3.Orzhytsya[1], VentriculusColoration.4.Orzhytsya[1],
PyloricScarring.5.Orzhytsya[1], MalpighianTubuleColor.6.Orzhytsya[1],
MalpighianTubuleQuantity.7.Orzhytsya[1],
MalpighianTubuleIridescence.8.Orzhytsya[1], FecalMatterColor.9.Orzhytsya[1],
RectumDistension.10.Orzhytsya[1], FecalMatterConsistency.11.Orzhytsya[1],
EnterolithsInRectum.12.Orzhytsya[1], VenomSacColor.13.Orzhytsya[1],
VenomSacDebris.14.Orzhytsya[1], StingGlandSwelling.15.Orzhytsya[1],
StingGlandTissueMelanosis.16.Orzhytsya[1], StingGlandColor.17.Orzhytsya[1]) #
Кількість бджіл зі станом 0 для 17 патанатомічних ознак у межах пасіки в смт.
Оржиця
Orzhytsya.1 <- c(BlackTissue.1.Orzhytsya[2], WhiteNodules.2.Orzhytsya[2],
VentriculusSize.3.Orzhytsya[2], VentriculusColoration.4.Orzhytsya[2],
PyloricScarring.5.Orzhytsya[2], MalpighianTubuleColor.6.Orzhytsya[2],
MalpighianTubuleQuantity.7.Orzhytsya[2],
MalpighianTubuleIridescence.8.Orzhytsya[2], FecalMatterColor.9.Orzhytsya[2],
RectumDistension.10.Orzhytsya[2], FecalMatterConsistency.11.Orzhytsya[2],
EnterolithsInRectum.12.Orzhytsya[2], VenomSacColor.13.Orzhytsya[2],
VenomSacDebris.14.Orzhytsya[2], StingGlandSwelling.15.Orzhytsya[2],
StingGlandTissueMelanosis.16.Orzhytsya[2], StingGlandColor.17.Orzhytsya[2]) #
Кількість бджіл зі станом 1 для 17 патанатомічних ознак у межах пасіки в смт.
Оржиця
Orzhytsya.2 <- c(BlackTissue.1.Orzhytsya[3], WhiteNodules.2.Orzhytsya[3],
VentriculusSize.3.Orzhytsya[3], VentriculusColoration.4.Orzhytsya[3],
PyloricScarring.5.Orzhytsya[3], MalpighianTubuleColor.6.Orzhytsya[3],

```



```

MalpighianTubuleQuantity.7.Orzhytsya[3],
MalpighianTubuleIridescence.8.Orzhytsya[3], FecalMatterColor.9.Orzhytsya[3],
RectumDistension.10.Orzhytsya[3], FecalMatterConsistency.11.Orzhytsya[3],
EnterolithsInRectum.12.Orzhytsya[3], VenomSacColor.13.Orzhytsya[3],
VenomSacDebris.14.Orzhytsya[3], StingGlandSwelling.15.Orzhytsya[3],
StingGlandTissueMelanosis.16.Orzhytsya[3], StingGlandColor.17.Orzhytsya[3]) #
Кількість бджіл зі станом 2 для 17 патанатомічних ознак у межах пасіки в смт.
Оржиця

```

```

bees.table <- data.frame(Sign, Lyashchivka.0, Lyashchivka.1, Lyashchivka.2,
Kaniv.0, Kaniv.1, Kaniv.2, Orzhytsya.0, Orzhytsya.1, Orzhytsya.2)

```

```

bees.table # Перевірка таблиці з отриманими даними

```

```

##          Sign Lyashchivka.0 Lyashchivka.1 Lyashchivka.2
## 1          BlackTissue          47           3           NA
## 2          WhiteNodules          32          18           NA
## 3          VentriculusSize          10          13          27
## 4    VentriculusColoration          50          NA           NA
## 5          PyloricScarring          19          31           NA
## 6    MalpighianTubuleColor          49           1           NA
## 7    MalpighianTubuleQuantity          28          22           NA
## 8 MalpighianTubuleIridescence          48           2           NA
## 9          FecalMatterColor          11          38           1
## 10         RectumDistension          27          16           7
## 11    FecalMatterConsistency          30          11           9
## 12         EnterolithsInRectum          32          18           NA
## 13          VenomSacColor          47           3           NA
## 14          VenomSacDebris          45           5           NA
## 15         StingGlandSwelling          39          10           1
## 16 StingGlandTissueMelanosis          50          NA           NA
## 17         StingGlandColor          50          NA           NA
##      Kaniv.0 Kaniv.1 Kaniv.2 Orzhytsya.0 Orzhytsya.1 Orzhytsya.2
## 1          48         2         NA          57           3           NA
## 2          29        21         NA          44          16           NA
## 3           2         5         43           1           3          56
## 4          33        16         1          45          11           4
## 5          22        28         NA          27          33           NA
## 6          31        18         1          47          13           NA
## 7          21        29         NA          38          22           NA
## 8          25        25         NA          52           8           NA
## 9           5        43         2          35          22           3
## 10          8         4        38          49           7           4
## 11         12        36         2          45          12           3
## 12         46         4         NA          32          28           NA
## 13         40        10         NA          58           2           NA
## 14         40        10         NA          24          36           NA
## 15         20        21         9          43          15           2
## 16         48         2         NA          58           2           NA
## 17         50        NA         NA          60          NA           NA

```

Створення загальної таблиці відсоткового розподілу станів ознак

```
# Розрахунок відсоткового розподілу станів ознак
```

```
Lyashchivka.0. <- Lyashchivka.0 / n.Lyashchivka * 100
```

```
Lyashchivka.1. <- Lyashchivka.1 / n.Lyashchivka * 100
```

```
Lyashchivka.2. <- Lyashchivka.2 / n.Lyashchivka * 100
```

```
Kaniv.0. <- Kaniv.0 / n.Kaniv * 100
```

```
Kaniv.1. <- Kaniv.1 / n.Kaniv * 100
```

```
Kaniv.2. <- Kaniv.2 / n.Kaniv * 100
```

```
Orzhytsya.0. <- Orzhytsya.0 / n.Orzhytsya * 100
```

```
Orzhytsya.1. <- Orzhytsya.1 / n.Orzhytsya * 100
```

```
Orzhytsya.2. <- Orzhytsya.2 / n.Orzhytsya * 100
```

```
bees.table. <- data.frame(Sign, Lyashchivka.0., Lyashchivka.1.,  
Lyashchivka.2., Kaniv.0., Kaniv.1., Kaniv.2., Orzhytsya.0., Orzhytsya.1.,  
Orzhytsya.2.) # Формування загальної таблиці відсоткового розподілу станів  
ознак
```

```
bees.table. # Перевірка даних таблиці відсоткового розподілу станів ознак
```

```
##          Sign Lyashchivka.0. Lyashchivka.1. Lyashchivka.2.  
## 1          BlackTissue          94           6          NA  
## 2          WhiteNodules          64          36          NA  
## 3          VentriculusSize          20          26          54  
## 4          VentriculusColoration        100          NA          NA  
## 5          PyloricScarring           38          62          NA  
## 6          MalpighianTubuleColor          98           2          NA  
## 7          MalpighianTubuleQuantity          56          44          NA  
## 8          MalpighianTubuleIridescence          96           4          NA  
## 9          FecalMatterColor           22          76           2  
## 10         RectumDistension           54          32          14  
## 11         FecalMatterConsistency          60          22          18  
## 12         EnterolithsInRectum          64          36          NA  
## 13         VenomSacColor           94           6          NA  
## 14         VenomSacDebris           90          10          NA  
## 15         StingGlandSwelling           78          20           2  
## 16         StingGlandTissueMelanosis        100          NA          NA  
## 17         StingGlandColor           100          NA          NA  
##      Kaniv.0. Kaniv.1. Kaniv.2. Orzhytsya.0. Orzhytsya.1. Orzhytsya.2.  
## 1          96           4          NA    95.000000    5.000000          NA  
## 2          58          42          NA    73.333333    26.666667          NA  
## 3           4          10          86     1.666667     5.000000    93.333333  
## 4          66          32           2    75.000000    18.333333     6.666667  
## 5          44          56          NA    45.000000    55.000000          NA  
## 6          62          36           2    78.333333    21.666667          NA  
## 7          42          58          NA    63.333333    36.666667          NA  
## 8          50          50          NA    86.666667    13.333333          NA  
## 9          10          86           4    58.333333    36.666667     5.000000  
## 10         16           8          76    81.666667    11.666667     6.666667  
## 11         24          72           4    75.000000    20.000000     5.000000  
## 12         92           8          NA    53.333333    46.666667          NA  
## 13         80          20          NA    96.666667     3.333333          NA
```

```

## 14      80      20      NA      40.000000      60.000000      NA
## 15      40      42      18      71.666667      25.000000      3.333333
## 16      96       4      NA      96.666667      3.333333      NA
## 17     100      NA      NA     100.000000      NA      NA
# Уведення до загальної таблиці змінних по контрольних вибірках із CCD-
# позитивним та CCD-негативним статусами

bees.table.$'CCD.0.' <- c(57.5, 95.7, 30.9, 31.0, 90.3, 7.4, 55.4, 82.5, 1.7,
24.1, 65.4, 94.1, 39.6, NA, 24.8, 57.0, 21.5)
bees.table.$'CCD.1.' <- c(42.5, 4.3, 47.1, 57.8, 9.7, 72.8, 44.6, 17.5, 89.3,
56.0, 27.6, 5.9, 60.4, NA, 75.2, 43.0, 78.5)
bees.table.$'CCD.2.' <- c(NA, NA, 22.0, 11.2, NA, 19.8, NA, NA, 9.0, 19.8, 7.0,
NA, NA, NA, 0.0, NA, 0.0)
bees.table.$'nonCCD.0.' <- c(70.0, 91.7, 31.0, 25.9, 89.8, 5.6, 67.2, 97.8,
2.2, 11.8, 52.8, 99.3, 19.7, NA, 13.0, 79.0, 15.8)
bees.table.$'nonCCD.1.' <- c(30.0, 8.3, 53.0, 59.2, 10.2, 74.0, 32.8, 2.2,
97.2, 34.3, 23.6, 0.7, 80.3, NA, 87.0, 21.0, 84.2)
bees.table.$'nonCCD.2.' <- c(NA, NA, 16.1, 14.9, NA, 20.3, NA, NA, 0.6, 53.9,
23.6, NA, NA, NA, 0.0, NA, 0.0)
bees.table. # Перевірка таблиці з доданими змінними по контрольних вибірках із
CCD-позитивним та CCD-негативним статусами
##
##          Sign Lyashchivka.0. Lyashchivka.1. Lyashchivka.2.
## 1          BlackTissue          94          6          NA
## 2          WhiteNodules          64          36          NA
## 3          VentriculusSize          20          26          54
## 4          VentriculusColoration          100          NA          NA
## 5          PyloricScarring          38          62          NA
## 6          MalpighianTubuleColor          98          2          NA
## 7          MalpighianTubuleQuantity          56          44          NA
## 8          MalpighianTubuleIridescence          96          4          NA
## 9          FecalMatterColor          22          76          2
## 10         RectumDistension          54          32          14
## 11         FecalMatterConsistency          60          22          18
## 12         EnterolithsInRectum          64          36          NA
## 13         VenomSacColor          94          6          NA
## 14         VenomSacDebris          90          10          NA
## 15         StingGlandSwelling          78          20          2
## 16         StingGlandTissueMelanosis          100          NA          NA
## 17         StingGlandColor          100          NA          NA
##          Kaniv.0. Kaniv.1. Kaniv.2. Orzhytsya.0. Orzhytsya.1. Orzhytsya.2. CCD.0.
## 1          96          4          NA          95.000000          5.000000          NA          57.5
## 2          58          42          NA          73.333333          26.666667          NA          95.7
## 3           4          10          86          1.666667          5.000000          93.333333          30.9
## 4          66          32          2          75.000000          18.333333          6.666667          31.0
## 5          44          56          NA          45.000000          55.000000          NA          90.3
## 6          62          36          2          78.333333          21.666667          NA          7.4
## 7          42          58          NA          63.333333          36.666667          NA          55.4
## 8          50          50          NA          86.666667          13.333333          NA          82.5
## 9          10          86          4          58.333333          36.666667          5.000000          1.7
## 10         16           8          76          81.666667          11.666667          6.666667          24.1
## 11         24          72          4          75.000000          20.000000          5.000000          65.4
## 12         92           8          NA          53.333333          46.666667          NA          94.1
## 13         80          20          NA          96.666667          3.333333          NA          39.6
## 14         80          20          NA          40.000000          60.000000          NA          NA
## 15         40          42          18          71.666667          25.000000          3.333333          24.8

```

```
## 16      96      4      NA      96.666667      3.333333      NA      57.0
## 17     100     NA      NA     100.000000      NA      NA      21.5
##      CCD.1. CCD.2. nonCCD.0. nonCCD.1. nonCCD.2.
## 1      42.5     NA      70.0      30.0      NA
## 2       4.3     NA      91.7       8.3      NA
## 3      47.1    22.0      31.0      53.0     16.1
## 4      57.8    11.2      25.9      59.2     14.9
## 5       9.7     NA      89.8      10.2     NA
## 6      72.8    19.8       5.6      74.0     20.3
## 7      44.6     NA      67.2      32.8     NA
## 8      17.5     NA      97.8       2.2     NA
## 9      89.3     9.0       2.2      97.2     0.6
## 10     56.0    19.8      11.8      34.3     53.9
## 11     27.6     7.0      52.8      23.6     23.6
## 12      5.9     NA      99.3       0.7     NA
## 13     60.4     NA      19.7      80.3     NA
## 14      NA     NA       NA       NA     NA
## 15     75.2     0.0      13.0      87.0     0.0
## 16     43.0     NA      79.0      21.0     NA
## 17     78.5     0.0      15.8      84.2     0.0
```

```
bees.table.round <- data.frame(bees.table.$Sign, bees.table.[, 2:7],
round(bees.table.[, 8:10], digits = 1), bees.table.[11:16]) # Округлення даних
в таблиці до десятих
```

```
bees.table.round # Перевірка таблиці з отриманими даними
```

```
##      bees.table..Sign Lyashchivka.0. Lyashchivka.1. Lyashchivka.2.
## 1      BlackTissue      94      6      NA
## 2      WhiteNodules     64     36     NA
## 3      VentriculusSize  20     26     54
## 4      VentriculusColoration 100     NA     NA
## 5      PyloricScarring  38     62     NA
## 6      MalpighianTubuleColor 98      2     NA
## 7      MalpighianTubuleQuantity 56     44     NA
## 8      MalpighianTubuleIridescence 96      4     NA
## 9      FecalMatterColor  22     76      2
## 10     RectumDistension  54     32     14
## 11     FecalMatterConsistency 60     22     18
## 12     EnterolithsInRectum 64     36     NA
## 13     VenomSacColor     94      6     NA
## 14     VenomSacDebris    90     10     NA
## 15     StingGlandSwelling 78     20      2
## 16     StingGlandTissueMelanosis 100     NA     NA
## 17     StingGlandColor   100     NA     NA
##      Kaniv.0. Kaniv.1. Kaniv.2. Orzhytsya.0. Orzhytsya.1. Orzhytsya.2. CCD.0.
## 1      96      4      NA      95.0      5.0      NA      57.5
## 2      58     42     NA      73.3     26.7     NA      95.7
## 3       4     10     86       1.7      5.0     93.3     30.9
## 4      66     32      2      75.0     18.3     6.7     31.0
## 5      44     56     NA      45.0     55.0     NA     90.3
## 6      62     36      2      78.3     21.7     NA      7.4
## 7      42     58     NA      63.3     36.7     NA     55.4
## 8      50     50     NA      86.7     13.3     NA     82.5
## 9      10     86      4      58.3     36.7     5.0      1.7
## 10     16      8     76      81.7     11.7     6.7     24.1
## 11     24     72      4      75.0     20.0     5.0     65.4
## 12     92      8     NA      53.3     46.7     NA     94.1
```

## 13	80	20	NA	96.7	3.3	NA	39.6
## 14	80	20	NA	40.0	60.0	NA	NA
## 15	40	42	18	71.7	25.0	3.3	24.8
## 16	96	4	NA	96.7	3.3	NA	57.0
## 17	100	NA	NA	100.0	NA	NA	21.5
##	CCD.1.	CCD.2.	nonCCD.0.	nonCCD.1.	nonCCD.2.		
## 1	42.5	NA	70.0	30.0	NA		
## 2	4.3	NA	91.7	8.3	NA		
## 3	47.1	22.0	31.0	53.0	16.1		
## 4	57.8	11.2	25.9	59.2	14.9		
## 5	9.7	NA	89.8	10.2	NA		
## 6	72.8	19.8	5.6	74.0	20.3		
## 7	44.6	NA	67.2	32.8	NA		
## 8	17.5	NA	97.8	2.2	NA		
## 9	89.3	9.0	2.2	97.2	0.6		
## 10	56.0	19.8	11.8	34.3	53.9		
## 11	27.6	7.0	52.8	23.6	23.6		
## 12	5.9	NA	99.3	0.7	NA		
## 13	60.4	NA	19.7	80.3	NA		
## 14	NA	NA	NA	NA	NA		
## 15	75.2	0.0	13.0	87.0	0.0		
## 16	43.0	NA	79.0	21.0	NA		
## 17	78.5	0.0	15.8	84.2	0.0		

Візуалізація даних

```

library(ggplot2) # Завантаження пакету для роботи з графіками

# 1. Графік для патанатомічної ознаки "Меланізація сполучної тканини черевця"

place.1 <- c(rep('Лящівка', 2), rep('Канів', 2), rep('Оржиця', 2), rep('CCD+',
2), rep('CCD-', 2))
condition.1 <- rep(c('0', '1'), 5)
value.1 <- c(bees.table.round[1, 2], bees.table.round[1, 3],
bees.table.round[1, 5], bees.table.round[1, 6], bees.table.round[1, 8],
bees.table.round[1, 9], bees.table.round[1, 11], bees.table.round[1, 12],
bees.table.round[1, 14], bees.table.round[1, 15])

bees.plot.data.1 <- data.frame(place.1, condition.1, value.1) # Створення
датасету "Меланізація сполучної тканини черевця"

BlackTissue <- ggplot(bees.plot.data.1, aes(y = value.1, x = place.1, fill =
factor(condition.1, levels = c('1', '0')))) +
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
  labs(x = '', y = 'Меланізація сполучної тканини \nчеревця (% бджіл)', fill
= 'Стан') + # Побудова графіка "Меланізація сполучної тканини черевця"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 2. Графік для патанатомічної ознаки "Білі вузлики"

place.2 <- c(rep('Лящівка', 2), rep('Канів', 2), rep('Оржиця', 2), rep('CCD+',
2), rep('CCD-', 2))
condition.2 <- rep(c('0', '1'), 5)
value.2 <- c(bees.table.round[2, 2], bees.table.round[2, 3],
bees.table.round[2, 5], bees.table.round[2, 6], bees.table.round[2, 8],
bees.table.round[2, 9], bees.table.round[2, 11], bees.table.round[2, 12],
bees.table.round[2, 14], bees.table.round[2, 15])

bees.plot.data.2 <- data.frame(place.2, condition.2, value.2) # Створення
датасету "Білі вузлики"

WhiteNodules <- ggplot(bees.plot.data.2, aes(y = value.2, x = place.2, fill =
factor(condition.2, levels = c('1', '0')))) +
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
  labs(x = '', y = 'Білі вузлики \n(% бджіл)', fill = 'Стан') + # Побудова
графіка "Білі вузлики"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 3. Графік для патанатомічної ознаки "Розмір середньої кишки"

place.3 <- c(rep('Лящівка', 3), rep('Канів', 3), rep('Оржиця', 3), rep('CCD+',

```

```

3), rep('CCD-', 3))
  condition.3 <- rep(c('0', '1', '2'), 5)
  value.3 <- c(bees.table.round[3, 2], bees.table.round[3,
3],bees.table.round[3, 4], bees.table.round[3, 5], bees.table.round[3, 6],
bees.table.round[3, 7], bees.table.round[3, 8], bees.table.round[3, 9],
bees.table.round[3, 10], bees.table.round[3, 11], bees.table.round[3, 12],
bees.table.round[3, 13], bees.table.round[3, 14], bees.table.round[3, 15],
bees.table.round[3, 16])

bees.plot.data.3 <- data.frame(place.3, condition.3, value.3) # Створення
датасету "Розмір середньої кишки"

VentriculusSize <- ggplot(bees.plot.data.3, aes(y = value.3, x = place.3, fill
= factor(condition.3, levels = c('2', '1', '0')))) +
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
  labs(x = '', y = 'Розмір середньої кишки \n(% бджіл)', fill = 'Стан') + #
Побудова графіка "Розмір середньої кишки"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('black', 'grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 4. Графік для патанатомічної ознаки "Колір середньої кишки"

place.4 <- c(rep('Лящівка', 3), rep('Канів', 3), rep('Оржиця', 3), rep('CCD+',
3), rep('CCD-', 3))
  condition.4 <- rep(c('0', '1', '2'), 5)
  value.4 <- c(bees.table.round[4, 2], bees.table.round[4,
3],bees.table.round[4, 4], bees.table.round[4, 5], bees.table.round[4, 6],
bees.table.round[4, 7], bees.table.round[4, 8], bees.table.round[4, 9],
bees.table.round[4, 10], bees.table.round[4, 11], bees.table.round[4, 12],
bees.table.round[4, 13], bees.table.round[4, 14], bees.table.round[4, 15],
bees.table.round[4, 16])

bees.plot.data.4 <- data.frame(place.4, condition.4, value.4) # Створення
датасету "Колір середньої кишки"

VentriculusColoration <- ggplot(bees.plot.data.4, aes(y = value.4, x = place.4,
fill = factor(condition.4, levels = c('2', '1', '0')))) +
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
  labs(x = '', y = 'Колір середньої кишки \n(% бджіл)', fill = 'Стан') + #
Побудова графіка "Колір середньої кишки"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('black', 'grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 5. Графік для патанатомічної ознаки "Меланізована смуга в зоні пілоричного
клапана"

place.5 <- c(rep('Лящівка', 2), rep('Канів', 2), rep('Оржиця', 2), rep('CCD+',
2), rep('CCD-', 2))
  condition.5 <- rep(c('0', '1'), 5)
  value.5 <- c(bees.table.round[5, 2], bees.table.round[5, 3],
bees.table.round[5, 5], bees.table.round[5, 6], bees.table.round[5, 8],
bees.table.round[5, 9], bees.table.round[5, 11], bees.table.round[5, 12],
bees.table.round[5, 14], bees.table.round[5, 15])

```



```
bees.plot.data.5 <- data.frame(place.5, condition.5, value.5) # Створення датасету "Меланізована смуга в зоні пілоричного клапана"
```

```
PyloricScarring <- ggplot(bees.plot.data.5, aes(y = value.5, x = place.5, fill = factor(condition.5, levels = c('1', '0')))) +  
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +  
  labs(x = '', y = 'Меланізована смуга в зоні \npілоричного клапана (% бджіл)', fill = 'Стан') + # Побудова графіка "Меланізована смуга в зоні пілоричного клапана"  
  theme_minimal() +  
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +  
  scale_fill_manual(values = c('grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка
```

```
# 6. Графік для патанатомічної ознаки "Колір мальпігієвих судин"
```

```
place.6 <- c(rep('Лящівка', 3), rep('Канів', 3), rep('Оржиця', 3), rep('CCD+', 3), rep('CCD-', 3))  
condition.6 <- rep(c('0', '1', '2'), 5)  
value.6 <- c(bees.table.round[6, 2], bees.table.round[6, 3], bees.table.round[6, 4], bees.table.round[6, 5], bees.table.round[6, 6],  
bees.table.round[6, 7], bees.table.round[6, 8], bees.table.round[6, 9], bees.table.round[6, 10], bees.table.round[6, 11], bees.table.round[6, 12],  
bees.table.round[6, 13], bees.table.round[6, 14], bees.table.round[6, 15], bees.table.round[6, 16])
```

```
bees.plot.data.6 <- data.frame(place.6, condition.6, value.6) # Створення датасету "Колір мальпігієвих судин"
```

```
MalpighianTubuleColor <- ggplot(bees.plot.data.6, aes(y = value.6, x = place.6, fill = factor(condition.6, levels = c('2', '1', '0')))) +  
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +  
  labs(x = '', y = 'Колір мальпігієвих судин \n(% бджіл)', fill = 'Стан') + # Побудова графіка "Колір мальпігієвих судин"  
  theme_minimal() +  
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +  
  scale_fill_manual(values = c('black', 'grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка
```

```
# 7. Графік для патанатомічної ознаки "Кількість мальпігієвих судин"
```

```
place.7 <- c(rep('Лящівка', 2), rep('Канів', 2), rep('Оржиця', 2), rep('CCD+', 2), rep('CCD-', 2))  
condition.7 <- rep(c('0', '1'), 5)  
value.7 <- c(bees.table.round[7, 2], bees.table.round[7, 3], bees.table.round[7, 5], bees.table.round[7, 6], bees.table.round[7, 8],  
bees.table.round[7, 9], bees.table.round[7, 11], bees.table.round[7, 12], bees.table.round[7, 14], bees.table.round[7, 15])
```

```
bees.plot.data.7 <- data.frame(place.7, condition.7, value.7) # Створення датасету "Кількість мальпігієвих судин"
```

```
MalpighianTubuleQuantity <- ggplot(bees.plot.data.7, aes(y = value.7, x = place.7, fill = factor(condition.7, levels = c('1', '0')))) +  
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +  
  labs(x = '', y = 'Кількість мальпігієвих судин \n(% бджіл)', fill = 'Стан')
```



```

+ # Побудова графіка "Кількість мальпігієвих судин"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 8. Графік для патанатомічної ознаки "Райдужні ущільнення мальпігієвих судин"

place.8 <- c(rep('Лящівка', 2), rep('Канів', 2), rep('Оржиця', 2), rep('CCD+',
2), rep('CCD-', 2))
condition.8 <- rep(c('0', '1'), 5)
value.8 <- c(bees.table.round[8, 2], bees.table.round[8, 3],
bees.table.round[8, 5], bees.table.round[8, 6], bees.table.round[8, 8],
bees.table.round[8, 9], bees.table.round[8, 11], bees.table.round[8, 12],
bees.table.round[8, 14], bees.table.round[8, 15])

bees.plot.data.8 <- data.frame(place.8, condition.8, value.8) # Створення
датасету "Райдужні ущільнення мальпігієвих судин"

MalpighianTubuleIridescence <- ggplot(bees.plot.data.8, aes(y = value.8, x =
place.8, fill = factor(condition.8, levels = c('1', '0')))) +
geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
labs(x = '', y = 'Райдужні ущільнення \nмальпігієвих судин (% бджіл)', fill
= 'Стан') + # Побудова графіка "Райдужні ущільнення мальпігієвих судин"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 9. Графік для патанатомічної ознаки "Колір ректума"

place.9 <- c(rep('Лящівка', 3), rep('Канів', 3), rep('Оржиця', 3), rep('CCD+',
3), rep('CCD-', 3))
condition.9 <- rep(c('0', '1', '2'), 5)
value.9 <- c(bees.table.round[9, 2], bees.table.round[9,
3], bees.table.round[9, 4], bees.table.round[9, 5], bees.table.round[9, 6],
bees.table.round[9, 7], bees.table.round[9, 8], bees.table.round[9, 9],
bees.table.round[9, 10], bees.table.round[9, 11], bees.table.round[9, 12],
bees.table.round[9, 13], bees.table.round[9, 14], bees.table.round[9, 15],
bees.table.round[9, 16])

bees.plot.data.9 <- data.frame(place.9, condition.9, value.9) # Створення
датасету "Колір ректума"

FecalMatterColor <- ggplot(bees.plot.data.9, aes(y = value.9, x = place.9, fill
= factor(condition.9, levels = c('2', '1', '0')))) +
geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
labs(x = '', y = 'Колір ректума \n(% бджіл)', fill = 'Стан') + # Побудова
графіка "Колір ректума"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('black', 'grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 10. Графік для патанатомічної ознаки "Наповненість ректума"

place.10 <- c(rep('Лящівка', 3), rep('Канів', 3), rep('Оржиця', 3), rep('CCD+',
3), rep('CCD-', 3))

```

```

condition.10 <- rep(c('0', '1', '2'), 5)
value.10 <- c(bees.table.round[10, 2], bees.table.round[10,
3], bees.table.round[10, 4], bees.table.round[10, 5], bees.table.round[10, 6],
bees.table.round[10, 7], bees.table.round[10, 8], bees.table.round[10, 9],
bees.table.round[10, 10], bees.table.round[10, 11], bees.table.round[10, 12],
bees.table.round[10, 13], bees.table.round[10, 14], bees.table.round[10, 15],
bees.table.round[10, 16])

bees.plot.data.10 <- data.frame(place.10, condition.10, value.10) # Створення
датасету "Наповненість ректума"

RectumDistension <- ggplot(bees.plot.data.10, aes(y = value.10, x = place.10,
fill = factor(condition.10, levels = c('2', '1', '0')))) +
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
  labs(x = '', y = 'Наповненість ректума \n(% бджіл)', fill = 'Стан') + #
Побудова графіка "Наповненість ректума"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('black', 'grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 11. Графік для патанатомічної ознаки "Консистенція вмісту ректума"

place.11 <- c(rep('Ляцівка', 3), rep('Канів', 3), rep('Оржиця', 3), rep('CCD+',
3), rep('CCD-', 3))
condition.11 <- rep(c('0', '1', '2'), 5)
value.11 <- c(bees.table.round[11, 2], bees.table.round[11,
3], bees.table.round[11, 4], bees.table.round[11, 5], bees.table.round[11, 6],
bees.table.round[11, 7], bees.table.round[11, 8], bees.table.round[11, 9],
bees.table.round[11, 10], bees.table.round[11, 11], bees.table.round[11, 12],
bees.table.round[11, 13], bees.table.round[11, 14], bees.table.round[11, 15],
bees.table.round[11, 16])

bees.plot.data.11 <- data.frame(place.11, condition.11, value.11) # Створення
датасету "Консистенція вмісту ректума"

FecalMatterConsistency <- ggplot(bees.plot.data.11, aes(y = value.11, x =
place.11, fill = factor(condition.11, levels = c('2', '1', '0')))) +
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
  labs(x = '', y = 'Консистенція вмісту ректума \n(% бджіл)', fill = 'Стан')
+ # Побудова графіка "Консистенція вмісту ректума"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('black', 'grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 12. Графік для патанатомічної ознаки "Ректальні ентероліти"

place.12 <- c(rep('Ляцівка', 2), rep('Канів', 2), rep('Оржиця', 2), rep('CCD+',
2), rep('CCD-', 2))
condition.12 <- rep(c('0', '1'), 5)
value.12 <- c(bees.table.round[12, 2], bees.table.round[12, 3],
bees.table.round[12, 5], bees.table.round[12, 6], bees.table.round[12, 8],
bees.table.round[12, 9], bees.table.round[12, 11], bees.table.round[12, 12],
bees.table.round[12, 14], bees.table.round[12, 15])

bees.plot.data.12 <- data.frame(place.12, condition.12, value.12) # Створення

```

датасету "Ректальні ентероліти"

```
EnterolithsInRectum <- ggplot(bees.plot.data.12, aes(y = value.12, x =  
place.12, fill = factor(condition.12, levels = c('1', '0')))) +  
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +  
  labs(x = '', y = 'Ректальні ентероліти \n(% бджіл)', fill = 'Стан') + #  
Побудова графіка "Ректальні ентероліти"  
theme_minimal() +  
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +  
scale_fill_manual(values = c('grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка
```

13. Графік для патанатомічної ознаки "Прозорість стінок резервуара отруйної залози"

```
place.13 <- c(rep('Ляцівка', 2), rep('Канів', 2), rep('Оржиця', 2), rep('CCD+',  
2), rep('CCD-', 2))  
condition.13 <- rep(c('0', '1'), 5)  
value.13 <- c(bees.table.round[13, 2], bees.table.round[13, 3],  
bees.table.round[13, 5], bees.table.round[13, 6], bees.table.round[13, 8],  
bees.table.round[13, 9], bees.table.round[13, 11], bees.table.round[13, 12],  
bees.table.round[13, 14], bees.table.round[13, 15])
```

```
bees.plot.data.13 <- data.frame(place.13, condition.13, value.13) # Створення  
датасету "Прозорість стінок резервуара отруйної залози"
```

```
VenomSacColor <- ggplot(bees.plot.data.13, aes(y = value.13, x = place.13, fill  
= factor(condition.13, levels = c('1', '0')))) +  
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +  
  labs(x = '', y = 'Прозорість стінок резервуара \nотруйної залози (% бджіл)',  
fill = 'Стан') + # Побудова графіка "Прозорість стінок резервуара отруйної  
залози"  
theme_minimal() +  
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +  
scale_fill_manual(values = c('grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка
```

14. Графік для патанатомічної ознаки "Включення в порожнині резервуара отруйної залози"

```
place.14 <- c(rep('Ляцівка', 2), rep('Канів', 2), rep('Оржиця', 2), rep('CCD+',  
2), rep('CCD-', 2))  
condition.14 <- rep(c('0', '1'), 5)  
value.14 <- c(bees.table.round[14, 2], bees.table.round[14, 3],  
bees.table.round[14, 5], bees.table.round[14, 6], bees.table.round[14, 8],  
bees.table.round[14, 9], bees.table.round[14, 11], bees.table.round[14, 12],  
bees.table.round[14, 14], bees.table.round[14, 15])
```

```
bees.plot.data.14 <- data.frame(place.14, condition.14, value.14) # Створення  
датасету "Включення в порожнині резервуара отруйної залози"
```

```
VenomSacDebris <- ggplot(bees.plot.data.14, aes(y = value.14, x = place.14,  
fill = factor(condition.14, levels = c('1', '0')))) +  
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +  
  labs(x = '', y = 'Включення у порожнині резервуара \nотруйної залози (%  
бджіл)', fill = 'Стан') + # Побудова графіка "Включення в порожнині резервуара  
отруйної залози"
```

```

theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 15. Графік для патанатомічної ознаки "Форма бича отруйної залози"

place.15 <- c(rep('Лящівка', 3), rep('Канів', 3), rep('Оржиця', 3), rep('CCD+',
3), rep('CCD-', 3))
condition.15 <- rep(c('0', '1', '2'), 5)
value.15 <- c(bees.table.round[15, 2], bees.table.round[15,
3], bees.table.round[15, 4], bees.table.round[15, 5], bees.table.round[15, 6],
bees.table.round[15, 7], bees.table.round[15, 8], bees.table.round[15, 9],
bees.table.round[15, 10], bees.table.round[15, 11], bees.table.round[15, 12],
bees.table.round[15, 13], bees.table.round[15, 14], bees.table.round[15, 15],
bees.table.round[15, 16])

bees.plot.data.15 <- data.frame(place.15, condition.15, value.15) # Створення
датасету "Форма бича отруйної залози"

StingGlandSwelling <- ggplot(bees.plot.data.15, aes(y = value.15, x = place.15,
fill = factor(condition.15, levels = c('2', '1', '0')))) +
geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
labs(x = '', y = 'Форма бича отруйної залози \n(% бджіл)', fill = 'Стан') +
# Побудова графіка "Форма бича отруйної залози"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('black', 'grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 16. Графік для патанатомічної ознаки "Меланізація бича отруйної залози"

place.16 <- c(rep('Лящівка', 2), rep('Канів', 2), rep('Оржиця', 2), rep('CCD+',
2), rep('CCD-', 2))
condition.16 <- rep(c('0', '1'), 5)
value.16 <- c(bees.table.round[16, 2], bees.table.round[16, 3],
bees.table.round[16, 5], bees.table.round[16, 6], bees.table.round[16, 8],
bees.table.round[16, 9], bees.table.round[16, 11], bees.table.round[16, 12],
bees.table.round[16, 14], bees.table.round[16, 15])

bees.plot.data.16 <- data.frame(place.16, condition.16, value.16) # Створення
датасету "Меланізація бича отруйної залози"

StingGlandTissueMelanosis <- ggplot(bees.plot.data.16, aes(y = value.16, x =
place.16, fill = factor(condition.16, levels = c('1', '0')))) +
geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
labs(x = '', y = 'Меланізація бича отруйної залози \n(% бджіл)', fill =
'Стан') + # Побудова графіка "Меланізація бича отруйної залози"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

# 17. Графік для патанатомічної ознаки "Колір бича отруйної залози"

place.17 <- c(rep('Лящівка', 3), rep('Канів', 3), rep('Оржиця', 3), rep('CCD+',
3), rep('CCD-', 3))
condition.17 <- rep(c('0', '1', '2'), 5)

```

```

value.17 <- c(bees.table.round[17, 2], bees.table.round[17,
3], bees.table.round[17, 4], bees.table.round[17, 5], bees.table.round[17, 6],
bees.table.round[17, 7], bees.table.round[17, 8], bees.table.round[17, 9],
bees.table.round[17, 10], bees.table.round[17, 11], bees.table.round[17, 12],
bees.table.round[17, 13], bees.table.round[17, 14], bees.table.round[17, 15],
bees.table.round[17, 16])

bees.plot.data.17 <- data.frame(place.17, condition.17, value.17) # Створення
датасету "Колір бича отруйної залози"

StingGlandColor <- ggplot(bees.plot.data.17, aes(y = value.17, x = place.17,
fill = factor(condition.17, levels = c('2', '1', '0')))) +
  geom_bar(position = "stack", stat = "identity") +
  labs(x = '', y = 'Колір бича отруйної залози \n(% бджіл)', fill = 'Стан') +
# Побудова графіка "Колір бича отруйної залози"
theme_minimal() +
theme(axis.text.x = element_text(angle = 90), panel.grid = element_blank()) +
scale_fill_manual(values = c('black', 'grey', 'yellow')) # Оздоблення графіка

```

Створення нових унікальних змінних для статистичного аналізу

```

library(multcomp) # Завантаження пакету для роботи з критерієм Тьюкі

# Лящівка

BlackTissue.1.Lyashchivka.stat <- bees2018$BlackTissue[bees2018$Place ==
'Lyashchivka']
WhiteNodules.2.Lyashchivka.stat <- bees2018$WhiteNodules[bees2018$Place ==
'Lyashchivka']
VentriculusSize.3.Lyashchivka.stat <- bees2018$VentriculusSize[bees2018$Place
== 'Lyashchivka']
VentriculusColoration.4.Lyashchivka.stat <-
bees2018$VentriculusColoration[bees2018$Place == 'Lyashchivka']
PyloricScarring.5.Lyashchivka.stat <- bees2018$PyloricScarring[bees2018$Place
== 'Lyashchivka']
MalpighianTubuleColor.6.Lyashchivka.stat <-
bees2018$MalpighianTubuleColor[bees2018$Place == 'Lyashchivka']
MalpighianTubuleQuantity.7.Lyashchivka.stat <-
bees2018$MalpighianTubuleQuantity[bees2018$Place == 'Lyashchivka']
MalpighianTubuleIridescence.8.Lyashchivka.stat <-
bees2018$MalpighianTubuleIridescence[bees2018$Place == 'Lyashchivka']
FecalMatterColor.9.Lyashchivka.stat <- bees2018$FecalMatterColor[bees2018$Place
== 'Lyashchivka']
RectumDistension.10.Lyashchivka.stat <-
bees2018$RectumDistension[bees2018$Place == 'Lyashchivka']
FecalMatterConsistency.11.Lyashchivka.stat <-
bees2018$FecalMatterConsistency[bees2018$Place == 'Lyashchivka']
EnterolithsInRectum.12.Lyashchivka.stat <-
bees2018$EnterolithsInRectum[bees2018$Place == 'Lyashchivka']
VenomSacColor.13.Lyashchivka.stat <- bees2018$VenomSacColor[bees2018$Place ==
'Lyashchivka']
VenomSacDebris.14.Lyashchivka.stat <- bees2018$VenomSacDebris[bees2018$Place ==
'Lyashchivka']
StingGlandSwelling.15.Lyashchivka.stat <-
bees2018$StingGlandSwelling[bees2018$Place == 'Lyashchivka']
StingGlandTissueMelanosis.16.Lyashchivka.stat <-
bees2018$StingGlandTissueMelanosis[bees2018$Place == 'Lyashchivka']
StingGlandColor.17.Lyashchivka.stat <- bees2018$StingGlandColor[bees2018$Place
== 'Lyashchivka']

# Канив

BlackTissue.1.Kaniv.stat <- bees2018$BlackTissue[bees2018$Place == 'Kaniv']
WhiteNodules.2.Kaniv.stat <- bees2018$WhiteNodules[bees2018$Place == 'Kaniv']
VentriculusSize.3.Kaniv.stat <- bees2018$VentriculusSize[bees2018$Place ==
'Kaniv']
VentriculusColoration.4.Kaniv.stat <-
bees2018$VentriculusColoration[bees2018$Place == 'Kaniv']
PyloricScarring.5.Kaniv.stat <- bees2018$PyloricScarring[bees2018$Place ==

```



```

'Kaniv']
MalpighianTubuleColor.6.Kaniv.stat <-
bees2018$MalpighianTubuleColor[bees2018$Place == 'Kaniv']
MalpighianTubuleQuantity.7.Kaniv.stat <-
bees2018$MalpighianTubuleQuantity[bees2018$Place == 'Kaniv']
MalpighianTubuleIridescence.8.Kaniv.stat <-
bees2018$MalpighianTubuleIridescence[bees2018$Place == 'Kaniv']
FecalMatterColor.9.Kaniv.stat <- bees2018$FecalMatterColor[bees2018$Place ==
'Kaniv']
RectumDistension.10.Kaniv.stat <- bees2018$RectumDistension[bees2018$Place ==
'Kaniv']
FecalMatterConsistency.11.Kaniv.stat <-
bees2018$FecalMatterConsistency[bees2018$Place == 'Kaniv']
EnterolithsInRectum.12.Kaniv.stat <-
bees2018$EnterolithsInRectum[bees2018$Place == 'Kaniv']
VenomSacColor.13.Kaniv.stat <- bees2018$VenomSacColor[bees2018$Place ==
'Kaniv']
VenomSacDebris.14.Kaniv.stat <- bees2018$VenomSacDebris[bees2018$Place ==
'Kaniv']
StingGlandSwelling.15.Kaniv.stat <- bees2018$StingGlandSwelling[bees2018$Place
== 'Kaniv']
StingGlandTissueMelanosis.16.Kaniv.stat <-
bees2018$StingGlandTissueMelanosis[bees2018$Place == 'Kaniv']
StingGlandColor.17.Kaniv.stat <- bees2018$StingGlandColor[bees2018$Place ==
'Kaniv']

# Оржиця

BlackTissue.1.Orzhytsya.stat <- bees2018$BlackTissue[bees2018$Place ==
'Orzhytsya']
WhiteNodules.2.Orzhytsya.stat <- bees2018$WhiteNodules[bees2018$Place ==
'Orzhytsya']
VentriculusSize.3.Orzhytsya.stat <- bees2018$VentriculusSize[bees2018$Place ==
'Orzhytsya']
VentriculusColoration.4.Orzhytsya.stat <-
bees2018$VentriculusColoration[bees2018$Place == 'Orzhytsya']
PyloricScarring.5.Orzhytsya.stat <- bees2018$PyloricScarring[bees2018$Place ==
'Orzhytsya']
MalpighianTubuleColor.6.Orzhytsya.stat <-
bees2018$MalpighianTubuleColor[bees2018$Place == 'Orzhytsya']
MalpighianTubuleQuantity.7.Orzhytsya.stat <-
bees2018$MalpighianTubuleQuantity[bees2018$Place == 'Orzhytsya']
MalpighianTubuleIridescence.8.Orzhytsya.stat <-
bees2018$MalpighianTubuleIridescence[bees2018$Place == 'Orzhytsya']
FecalMatterColor.9.Orzhytsya.stat <- bees2018$FecalMatterColor[bees2018$Place
== 'Orzhytsya']
RectumDistension.10.Orzhytsya.stat <- bees2018$RectumDistension[bees2018$Place
== 'Orzhytsya']
FecalMatterConsistency.11.Orzhytsya.stat <-
bees2018$FecalMatterConsistency[bees2018$Place == 'Orzhytsya']
EnterolithsInRectum.12.Orzhytsya.stat <-
bees2018$EnterolithsInRectum[bees2018$Place == 'Orzhytsya']
VenomSacColor.13.Orzhytsya.stat <- bees2018$VenomSacColor[bees2018$Place ==
'Orzhytsya']
VenomSacDebris.14.Orzhytsya.stat <- bees2018$VenomSacDebris[bees2018$Place ==

```

```

'Orzhytsya']
StingGlandSwelling.15.Orzhytsya.stat <-
bees2018$StingGlandSwelling[bees2018$Place == 'Orzhytsya']
StingGlandTissueMelanosis.16.Orzhytsya.stat <-
bees2018$StingGlandTissueMelanosis[bees2018$Place == 'Orzhytsya']
StingGlandColor.17.Orzhytsya.stat <- bees2018$StingGlandColor[bees2018$Place ==
'Orzhytsya']

# CCD+

BlackTissue.1.CCD.stat <- c(rep(0, each = 57.5*347/100), rep(1, each =
42.5*347/100), rep(2, each = 0.0*347/100))
WhiteNodules.2.CCD.stat <- c(rep(0, each = 95.7*351/100), rep(1, each =
4.3*351/100), rep(2, each = 0.0*351/100))
VentriculusSize.3.CCD.stat <- c(rep(0, each = 30.9*328/100), rep(1, each =
47.1*328/100), rep(2, each = 22.0*328/100))
VentriculusColoration.4.CCD.stat <- c(rep(0, each = 31.0*340/100), rep(1, each
= 57.8*340/100), rep(2, each = 11.2*340/100))
PyloricScarring.5.CCD.stat <- c(rep(0, each = 90.3*342/100), rep(1, each =
9.7*342/100), rep(2, each = 0.0*342/100))
MalpighianTubuleColor.6.CCD.stat <- c(rep(0, each = 7.4*339/100), rep(1, each =
72.8*339/100), rep(2, each = 19.8*339/100))
MalpighianTubuleQuantity.7.CCD.stat <- c(rep(0, each = 55.4*337/100), rep(1,
each = 44.6*337/100), rep(2, each = 0.0*337/100))
MalpighianTubuleIridescence.8.CCD.stat <- c(rep(0, each = 82.5*350/100), rep(1,
each = 17.5*350/100), rep(2, each = 0.0*350/100))
FecalMatterColor.9.CCD.stat <- c(rep(0, each = 1.7*347/100), rep(1, each =
89.3*347/100), rep(2, each = 9.0*347/100))
RectumDistension.10.CCD.stat <- c(rep(0, each = 24.1*349/100), rep(1, each =
56.0*349/100), rep(2, each = 19.8*349/100))
FecalMatterConsistency.11.CCD.stat <- c(rep(0, each = 65.4*345/100), rep(1,
each = 27.6*345/100), rep(2, each = 7.0*345/100))
EnterolithsInRectum.12.CCD.stat <- c(rep(0, each = 94.1*237/100), rep(1, each =
5.9*237/100), rep(2, each = 0.0*237/100))
VenomSacColor.13.CCD.stat <- c(rep(0, each = 39.6*327/100), rep(1, each =
60.4*327/100), rep(2, each = 0.0*327/100))

StingGlandSwelling.15.CCD.stat <- c(rep(0, each = 24.8*316/100), rep(1, each =
75.2*316/100), rep(2, each = 0.0*316/100))
StingGlandTissueMelanosis.16.CCD.stat <- c(rep(0, each = 57.0*317/100), rep(1,
each = 43.0*317/100), rep(2, each = 0.0*317/100))
StingGlandColor.17.CCD.stat <- c(rep(0, each = 21.5*317/100), rep(1, each =
78.5*317/100), rep(2, each = 0.0*317/100))

# CCD-

BlackTissue.1.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 70.0*181/100), rep(1, each =
30.0*181/100), rep(2, each = 0.0*181/100))
WhiteNodules.2.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 91.7*181/100), rep(1, each =
8.3*181/100), rep(2, each = 0.0*181/100))
VentriculusSize.3.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 31.0*169/100), rep(1, each =
53.0*169/100), rep(2, each = 16.1*169/100))
VentriculusColoration.4.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 25.9*175/100), rep(1,
each = 59.2*175/100), rep(2, each = 14.9*175/100))
PyloricScarring.5.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 89.8*177/100), rep(1, each =

```



```

10.2*177/100), rep(2, each = 0.0*177/100))
MalpighianTubuleColor.6.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 5.6*178/100), rep(1,
each = 74.0*178/100), rep(2, each = 20.4*178/100))
MalpighianTubuleQuantity.7.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 67.2*175/100), rep(1,
each = 32.8*175/100), rep(2, each = 0.0*175/100))
MalpighianTubuleIridescence.8.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 97.8*181/100),
rep(1, each = 2.2*181/100), rep(2, each = 0.0*181/100))
FecalMatterColor.9.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 2.2*179/100), rep(1, each =
97.2*179/100), rep(2, each = 0.6*179/100))
RectumDistension.10.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 11.8*179/100), rep(1, each =
34.3*179/100), rep(2, each = 53.9*179/100))
FecalMatterConsistency.11.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 52.8*179/100), rep(1,
each = 23.6*179/100), rep(2, each = 23.6*179/100))
EnterolithsInRectum.12.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 99.3*151/100), rep(1,
each = 0.7*151/100), rep(2, each = 0.0*151/100))
VenomSacColor.13.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 19.7*179/100), rep(1, each =
80.3*179/100), rep(2, each = 0.0*179/100))

StingGlandSwelling.15.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 13.0*178/100), rep(1, each
= 87.0*178/100), rep(2, each = 0.0*178/100))
StingGlandTissueMelanosis.16.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 79.0*177/100),
rep(1, each = 21.0*177/100), rep(2, each = 0.0*177/100))
StingGlandColor.17.nonCCD.stat <- c(rep(0, each = 15.8*178/100), rep(1, each =
84.2*178/100), rep(2, each = 0.0*178/100))

```

Статистичний аналіз із використанням Tukey HSD

1. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Меланізація сполучної тканини черевця"

```
BlackTissue.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50),
rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60), rep('CCD', 346), rep('nonCCD', 180))),
values.1 <- c(BlackTissue.1.Lyashchivka.stat, BlackTissue.1.Kaniv.stat,
BlackTissue.1.Orzhytsya.stat, BlackTissue.1.CCD.stat,
BlackTissue.1.nonCCD.stat))
```

```
S1 <- lm(values.1 ~ apiary, data = BlackTissue.stat)
summary(S1)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = values.1 ~ apiary, data = BlackTissue.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.4249 -0.4249 -0.0600  0.5751  0.9600
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      0.42486    0.02348  18.092 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv     -0.38486    0.06609  -5.823 8.88e-09 ***
## apiaryLyashchivka -0.36486    0.06609  -5.521 4.80e-08 ***
## apiarynonCCD     -0.12486    0.04014  -3.110 0.00195 **
## apiaryOrzhytsya  -0.37486    0.06109  -6.137 1.43e-09 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4368 on 681 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1059, Adjusted R-squared:  0.1006
## F-statistic: 20.16 on 4 and 681 DF,  p-value: 1.04e-15
S1. <- glht(S1, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S1.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.1 ~ apiary, data = BlackTissue.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      -0.38486    0.06609  -5.823 < 0.001 ***
## Lyashchivka - CCD == 0 -0.36486    0.06609  -5.521 < 0.001 ***
## nonCCD - CCD == 0     -0.12486    0.04014  -3.110 0.01532 *
## Orzhytsya - CCD == 0  -0.37486    0.06109  -6.137 < 0.001 ***
```

```
## Lyashchivka - Kaniv == 0      0.02000    0.08736    0.229    0.99933
## nonCCD - Kaniv == 0          0.26000    0.06983    3.723    0.00183 **
## Orzhytsya - Kaniv == 0      0.01000    0.08364    0.120    0.99995
## nonCCD - Lyashchivka == 0   0.24000    0.06983    3.437    0.00515 **
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 -0.01000    0.08364   -0.120    0.99995
## Orzhytsya - nonCCD == 0     -0.25000    0.06512   -3.839    0.00116 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)
```

2. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Білі вузлики"

```
WhiteNodules.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50),
rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60), rep('CCD', 350), rep('nonCCD', 180))),
values.2 <- c(WhiteNodules.2.Lyashchivka.stat, WhiteNodules.2.Kaniv.stat,
WhiteNodules.2.Orzhytsya.stat, WhiteNodules.2.CCD.stat,
WhiteNodules.2.nonCCD.stat))
```

```
S2 <- lm(values.2 ~ apiary, data = WhiteNodules.stat)
```

```
summary(S2)
```

```
##
```

```
## Call:
```

```
## lm(formula = values.2 ~ apiary, data = WhiteNodules.stat)
```

```
##
```

```
## Residuals:
```

```
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
```

```
## -0.42000 -0.08333 -0.04286 -0.04286  0.95714
```

```
##
```

```
## Coefficients:
```

```
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
```

```
## (Intercept)      0.04286    0.01628   2.633  0.00867 **
```

```
## apiaryKaniv      0.37714    0.04605   8.191 1.27e-15 ***
```

```
## apiaryLyashchivka 0.31714    0.04605   6.888 1.29e-11 ***
```

```
## apiarynonCCD     0.04048    0.02793   1.449  0.14781
```

```
## apiaryOrzhytsya  0.22381    0.04256   5.259 1.94e-07 ***
```

```
## ---
```

```
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
##
```

```
## Residual standard error: 0.3046 on 685 degrees of freedom
```

```
## Multiple R-squared:  0.1474, Adjusted R-squared:  0.1425
```

```
## F-statistic: 29.62 on 4 and 685 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

```
S2. <- glht(S2, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
```

```
summary(S2.)
```

```
##
```

```
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
```

```
##
```

```
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
```

```
##
```

```
##
```

```
## Fit: lm(formula = values.2 ~ apiary, data = WhiteNodules.stat)
```

```
##
```

```
## Linear Hypotheses:
```

```
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
```

```
## Kaniv - CCD == 0      0.37714    0.04605   8.191  <0.001 ***
```

```
## Lyashchivka - CCD == 0 0.31714    0.04605   6.888  <0.001 ***
```

```
## nonCCD - CCD == 0          0.04048    0.02793    1.449    0.5781
## Orzhytsya - CCD == 0       0.22381    0.04256    5.259    <0.001 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0   -0.06000    0.06091   -0.985    0.8527
## nonCCD - Kaniv == 0       -0.33667    0.04869   -6.915    <0.001 ***
## Orzhytsya - Kaniv == 0    -0.15333    0.05832   -2.629    0.0612 .
## nonCCD - Lyashchivka == 0 -0.27667    0.04869   -5.682    <0.001 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 -0.09333    0.05832   -1.600    0.4790
## Orzhytsya - nonCCD == 0    0.18333    0.04540    4.038    <0.001 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)
```

3. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Розмір середньої кишки"

```
VentriculusSize.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka',
50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60), rep('CCD', 327), rep('nonCCD',
168))), values.3 <- c(VentriculusSize.3.Lyashchivka.stat,
VentriculusSize.3.Kaniv.stat, VentriculusSize.3.Orzhytsya.stat,
VentriculusSize.3.CCD.stat, VentriculusSize.3.nonCCD.stat))
```

```
S3 <- lm(values.3 ~ apiary, data = VentriculusSize.stat)
```

```
summary(S3)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = values.3 ~ apiary, data = VentriculusSize.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.91667 -0.85119  0.08869  0.18000  1.14881
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.91131    0.03725  24.466 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv     0.90869    0.10228   8.884 < 2e-16 ***
## apiaryLyashchivka 0.42869    0.10228   4.191 3.16e-05 ***
## apiarynonCCD    -0.06012    0.06394  -0.940  0.347
## apiaryOrzhytsya  1.00535    0.09460  10.628 < 2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
```

```
## Residual standard error: 0.6736 on 650 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2354, Adjusted R-squared:  0.2307
## F-statistic: 50.03 on 4 and 650 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

```
S3. <- glht(S3, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
```

```
summary(S3.)
```

```
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.3 ~ apiary, data = VentriculusSize.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
```

```

## Kaniv - CCD == 0          0.90869    0.10228    8.884 < 0.001 ***
## Lyashchivka - CCD == 0   0.42869    0.10228    4.191 < 0.001 ***
## nonCCD - CCD == 0        -0.06012   0.06394   -0.940 0.87322
## Orzhytsya - CCD == 0     1.00535    0.09460   10.628 < 0.001 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.48000    0.13471   -3.563 0.00345 **
## nonCCD - Kaniv == 0      -0.96881   0.10851   -8.928 < 0.001 ***
## Orzhytsya - Kaniv == 0   0.09667    0.12898    0.749 0.94052
## nonCCD - Lyashchivka == 0 -0.48881   0.10851   -4.505 < 0.001 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 0.57667    0.12898    4.471 < 0.001 ***
## Orzhytsya - nonCCD == 0   1.06548    0.10130   10.518 < 0.001 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

```

4. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Колір середньої кишки"

```

VentriculusColoration.stat <- data.frame(apiary <-
as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60),
rep('CCD', 339), rep('nonCCD', 174))), values.4 <-
c(VentriculusColoration.4.Lyashchivka.stat, VentriculusColoration.4.Kaniv.stat,
VentriculusColoration.4.Orzhytsya.stat, VentriculusColoration.4.CCD.stat,
VentriculusColoration.4.nonCCD.stat))

```

```

S4 <- lm(values.4 ~ apiary, data = VentriculusColoration.stat)
summary(S4)

```

```

##
## Call:
## lm(formula = values.4 ~ apiary, data = VentriculusColoration.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.8908 -0.3600  0.1092  0.1976  1.6833
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.80236    0.03209  25.004 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv   -0.44236    0.08951  -4.942 9.78e-07 ***
## apiaryLyashchivka -0.80236    0.08951  -8.964 < 2e-16 ***
## apiarynonCCD    0.08844    0.05510   1.605  0.109
## apiaryOrzhytsya -0.48569    0.08275  -5.869 6.89e-09 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##

```

```

## Residual standard error: 0.5908 on 668 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1734, Adjusted R-squared:  0.1684
## F-statistic: 35.03 on 4 and 668 DF, p-value: < 2.2e-16
S4. <- glht(S4, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S4.)

```

```

##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.4 ~ apiary, data = VentriculusColoration.stat)

```

```
##
## Linear Hypotheses:
##
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      -0.44236    0.08951  -4.942  <0.001 ***
## Lyashchivka - CCD == 0 -0.80236    0.08951  -8.964  <0.001 ***
## nonCCD - CCD == 0      0.08844    0.05510   1.605   0.4765
## Orzhytsya - CCD == 0  -0.48569    0.08275  -5.869  <0.001 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.36000    0.11817  -3.047   0.0186 *
## nonCCD - Kaniv == 0     0.53080    0.09480   5.599  <0.001 ***
## Orzhytsya - Kaniv == 0  -0.04333    0.11314  -0.383   0.9950
## nonCCD - Lyashchivka == 0 0.89080    0.09480   9.396  <0.001 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 0.31667    0.11314   2.799   0.0387 *
## Orzhytsya - nonCCD == 0  -0.57414    0.08845  -6.491  <0.001 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)
```

5. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Меланізована смуга в зоні пілоричного клапана"

```
PyloricScarring.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka',
50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60), rep('CCD', 341), rep('nonCCD',
176))), values.5 <- c(PyloricScarring.5.Lyashchivka.stat,
PyloricScarring.5.Kaniv.stat, PyloricScarring.5.Orzhytsya.stat,
PyloricScarring.5.CCD.stat, PyloricScarring.5.nonCCD.stat))
```

```
S5 <- lm(values.5 ~ apiary, data = PyloricScarring.stat)
summary(S5)
##
## Call:
## lm(formula = values.5 ~ apiary, data = PyloricScarring.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.62000 -0.10227 -0.09677 -0.09677  0.90323
##
## Coefficients:
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.096774   0.019250   5.027 6.39e-07 ***
## apiaryKaniv  0.463226   0.053831   8.605 < 2e-16 ***
## apiaryLyashchivka 0.523226   0.053831   9.720 < 2e-16 ***
## apiarynonCCD  0.005499   0.032993   0.167  0.868
## apiaryOrzhytsya 0.453226   0.049765   9.107 < 2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.3555 on 672 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2472, Adjusted R-squared:  0.2427
## F-statistic: 55.16 on 4 and 672 DF,  p-value: < 2.2e-16
S5. <- glht(S5, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S5.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
```

```

##
##
## Fit: lm(formula = values.5 ~ apiary, data = PyloricScarring.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      0.463226   0.053831   8.605 <1e-04 ***
## Lyashchivka - CCD == 0 0.523226   0.053831   9.720 <1e-04 ***
## nonCCD - CCD == 0      0.005499   0.032993   0.167  1.000
## Orzhytsya - CCD == 0   0.453226   0.049765   9.107 <1e-04 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 0.060000   0.071095   0.844  0.911
## nonCCD - Kaniv == 0    -0.457727   0.056967  -8.035 <1e-04 ***
## Orzhytsya - Kaniv == 0    -0.010000   0.068068  -0.147  1.000
## nonCCD - Lyashchivka == 0 -0.517727   0.056967  -9.088 <1e-04 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 -0.070000   0.068068  -1.028  0.832
## Orzhytsya - nonCCD == 0   0.447727   0.053141   8.425 <1e-04 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

# 6. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Колір мальпігієвих судин"

MalpighianTubuleColor.stat <- data.frame(apiary <-
as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60),
rep('CCD', 338), rep('nonCCD', 176))), values.6 <-
c(MalpighianTubuleColor.6.Lyashchivka.stat, MalpighianTubuleColor.6.Kaniv.stat,
MalpighianTubuleColor.6.Orzhytsya.stat, MalpighianTubuleColor.6.CCD.stat,
MalpighianTubuleColor.6.nonCCD.stat))

S6 <- lm(values.6 ~ apiary, data = MalpighianTubuleColor.stat)
summary(S6)
##
## Call:
## lm(formula = values.6 ~ apiary, data = MalpighianTubuleColor.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.1534 -0.1534 -0.1243 -0.0200  1.6000
##
## Coefficients:
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      1.12426    0.02600  43.249 <2e-16 ***
## apiaryKaniv     -0.72426    0.07241 -10.002 <2e-16 ***
## apiaryLyashchivka -1.10426    0.07241 -15.249 <2e-16 ***
## apiarynonCCD      0.02915    0.04442   0.656  0.512
## apiaryOrzhytsya  -0.90759    0.06695 -13.556 <2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4779 on 669 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.4127, Adjusted R-squared:  0.4092
## F-statistic: 117.5 on 4 and 669 DF, p-value: < 2.2e-16
S6. <- glht(S6, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S6.)

```



```
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.6 ~ apiary, data = MalpighianTubuleColor.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0 -0.72426 0.07241 -10.002 <0.001 ***
## Lyashchivka - CCD == 0 -1.10426 0.07241 -15.249 <0.001 ***
## nonCCD - CCD == 0 0.02915 0.04442 0.656 0.963
## Orzhytsya - CCD == 0 -0.90759 0.06695 -13.556 <0.001 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.38000 0.09558 -3.976 <0.001 ***
## nonCCD - Kaniv == 0 0.75341 0.07659 9.837 <0.001 ***
## Orzhytsya - Kaniv == 0 -0.18333 0.09151 -2.003 0.251
## nonCCD - Lyashchivka == 0 1.13341 0.07659 14.799 <0.001 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 0.19667 0.09151 2.149 0.189
## Orzhytsya - nonCCD == 0 -0.93674 0.07145 -13.111 <0.001 ***
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)
```

7. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Кількість мальпігієвих судин"

```
MalpighianTubuleQuantity.stat <- data.frame(apiary <-
as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60),
rep('CCD', 336), rep('nonCCD', 174))), values.7 <-
c(MalpighianTubuleQuantity.7.Lyashchivka.stat,
MalpighianTubuleQuantity.7.Kaniv.stat,
MalpighianTubuleQuantity.7.Orzhytsya.stat, MalpighianTubuleQuantity.7.CCD.stat,
MalpighianTubuleQuantity.7.nonCCD.stat))
```

```
S7 <- lm(values.7 ~ apiary, data = MalpighianTubuleQuantity.stat)
summary(S7)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = values.7 ~ apiary, data = MalpighianTubuleQuantity.stat)
##
## Residuals:
## Min 1Q Median 3Q Max
## -0.5800 -0.4464 -0.3276 0.5536 0.6724
##
## Coefficients:
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) 0.446429 0.026743 16.694 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv 0.133571 0.074304 1.798 0.07269 .
## apiaryLyashchivka -0.006429 0.074304 -0.087 0.93108
## apiarynonCCD -0.118842 0.045784 -2.596 0.00965 **
## apiaryOrzhytsya -0.079762 0.068703 -1.161 0.24607
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4902 on 665 degrees of freedom
```



```
## Multiple R-squared: 0.01956, Adjusted R-squared: 0.01367
## F-statistic: 3.317 on 4 and 665 DF, p-value: 0.01053
S7. <- glht(S7, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S7.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
## Fit: lm(formula = values.7 ~ apiary, data = MalpighianTubuleQuantity.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0 0.133571 0.074304 1.798 0.3587
## Lyashchivka - CCD == 0 -0.006429 0.074304 -0.087 1.0000
## nonCCD - CCD == 0 -0.118842 0.045784 -2.596 0.0670 .
## Orzhytsya - CCD == 0 -0.079762 0.068703 -1.161 0.7606
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.140000 0.098040 -1.428 0.5926
## nonCCD - Kaniv == 0 -0.252414 0.078657 -3.209 0.0113 *
## Orzhytsya - Kaniv == 0 -0.213333 0.093866 -2.273 0.1450
## nonCCD - Lyashchivka == 0 -0.112414 0.078657 -1.429 0.5918
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 -0.073333 0.093866 -0.781 0.9313
## Orzhytsya - nonCCD == 0 0.039080 0.073389 0.533 0.9826
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)
```

8. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Райдужні ущільнення мальпігієвих судин"

```
MalpighianTubuleIridescence.stat <- data.frame(apiary <-
as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60),
rep('CCD', 349), rep('nonCCD', 180))), values.8 <-
c(MalpighianTubuleIridescence.8.Lyashchivka.stat,
MalpighianTubuleIridescence.8.Kaniv.stat,
MalpighianTubuleIridescence.8.Orzhytsya.stat,
MalpighianTubuleIridescence.8.CCD.stat,
MalpighianTubuleIridescence.8.nonCCD.stat))
```

```
S8 <- lm(values.8 ~ apiary, data = MalpighianTubuleIridescence.stat)
summary(S8)
##
## Call:
## lm(formula = values.8 ~ apiary, data = MalpighianTubuleIridescence.stat)
##
## Residuals:
## Min 1Q Median 3Q Max
## -0.50000 -0.17479 -0.13333 -0.01667 0.98333
##
## Coefficients:
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) 0.17479 0.01768 9.885 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv 0.32521 0.04995 6.511 1.45e-10 ***
## apiaryLyashchivka -0.13479 0.04995 -2.698 0.00714 **
```

```

## apiarynonCCD      -0.15812    0.03031  -5.216 2.43e-07 ***
## apiaryOrzhytsya  -0.04145    0.04617  -0.898 0.36958
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.3303 on 684 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1195, Adjusted R-squared:  0.1144
## F-statistic: 23.22 on 4 and 684 DF,  p-value: < 2.2e-16
S8. <- glht(S8, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S8.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.8 ~ apiary, data =
MalpighianTubuleIridescence.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      0.32521    0.04995   6.511 <1e-04 ***
## Lyashchivka - CCD == 0 -0.13479    0.04995  -2.698  0.0509 .
## nonCCD - CCD == 0     -0.15812    0.03031  -5.216 <1e-04 ***
## Orzhytsya - CCD == 0  -0.04145    0.04617  -0.898  0.8903
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.46000    0.06607  -6.963 <1e-04 ***
## nonCCD - Kaniv == 0    -0.48333    0.05281  -9.153 <1e-04 ***
## Orzhytsya - Kaniv == 0  -0.36667    0.06326  -5.797 <1e-04 ***
## nonCCD - Lyashchivka == 0 -0.02333    0.05281  -0.442  0.9914
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 0.09333    0.06326   1.475  0.5607
## Orzhytsya - nonCCD == 0   0.11667    0.04924   2.369  0.1163
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

```

9. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Колір ректума"

```

FecalMatterColor.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka',
50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60), rep('CCD', 345), rep('nonCCD',
177))), values.9 <- c(FecalMatterColor.9.Lyashchivka.stat,
FecalMatterColor.9.Kaniv.stat, FecalMatterColor.9.Orzhytsya.stat,
FecalMatterColor.9.CCD.stat, FecalMatterColor.9.nonCCD.stat))

S9 <- lm(values.9 ~ apiary, data = FecalMatterColor.stat)
summary(S9)
##
## Call:
## lm(formula = values.9 ~ apiary, data = FecalMatterColor.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.07536 -0.07536 -0.07536  0.01130  1.53333
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

```

```

## (Intercept)      1.07536    0.01801   59.704 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv     -0.13536    0.05062   -2.674  0.00768 **
## apiaryLyashchivka -0.27536    0.05062   -5.439  7.48e-08 ***
## apiarynonCCD    -0.08666    0.03093   -2.802  0.00523 **
## apiaryOrzhytsya -0.60870    0.04680  -13.008 < 2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.3345 on 677 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2136, Adjusted R-squared:  0.209
## F-statistic: 45.97 on 4 and 677 DF,  p-value: < 2.2e-16
S9. <- glht(S9, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S9.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.9 ~ apiary, data = FecalMatterColor.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      -0.13536    0.05062   -2.674  0.05452 .
## Lyashchivka - CCD == 0 -0.27536    0.05062   -5.439 < 0.001 ***
## nonCCD - CCD == 0     -0.08666    0.03093   -2.802  0.03828 *
## Orzhytsya - CCD == 0  -0.60870    0.04680  -13.008 < 0.001 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.14000    0.06691   -2.092  0.21122
## nonCCD - Kaniv == 0     0.04870    0.05358    0.909  0.88596
## Orzhytsya - Kaniv == 0 -0.47333    0.06406   -7.389 < 0.001 ***
## nonCCD - Lyashchivka == 0  0.18870    0.05358    3.522  0.00385 **
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 -0.33333    0.06406   -5.203 < 0.001 ***
## Orzhytsya - nonCCD == 0  -0.52203    0.04998  -10.445 < 0.001 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

```

10. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Наповненість ректума"

```

RectumDistension.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka',
50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60), rep('CCD', 348), rep('nonCCD',
178))), values.10 <- c(RectumDistension.10.Lyashchivka.stat,
RectumDistension.10.Kaniv.stat, RectumDistension.10.Orzhytsya.stat,
RectumDistension.10.CCD.stat, RectumDistension.10.nonCCD.stat))

S10 <- lm(values.10 ~ apiary, data = RectumDistension.stat)
summary(S10)
##
## Call:
## lm(formula = values.10 ~ apiary, data = RectumDistension.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.6000 -0.4214  0.0431  0.5786  1.7500
##

```

```

## Coefficients:
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.95690    0.03623  26.415 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv    0.64310    0.10221   6.292 5.60e-10 ***
## apiaryLyashchivka -0.35690    0.10221  -3.492 0.00051 ***
## apiarynonCCD   0.46445    0.06227   7.458 2.68e-13 ***
## apiaryOrzhytsya -0.70690    0.09447  -7.483 2.25e-13 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.6758 on 681 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2265, Adjusted R-squared:  0.222
## F-statistic: 49.86 on 4 and 681 DF,  p-value: < 2.2e-16
S10. <- glht(S10, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S10.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.10 ~ apiary, data = RectumDistension.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      0.64310    0.10221   6.292 < 0.001 ***
## Lyashchivka - CCD == 0 -0.35690    0.10221  -3.492 0.00417 **
## nonCCD - CCD == 0     0.46445    0.06227   7.458 < 0.001 ***
## Orzhytsya - CCD == 0  -0.70690    0.09447  -7.483 < 0.001 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -1.00000    0.13516  -7.399 < 0.001 ***
## nonCCD - Kaniv == 0   -0.17865    0.10816  -1.652 0.44640
## Orzhytsya - Kaniv == 0 -1.35000    0.12940 -10.433 < 0.001 ***
## nonCCD - Lyashchivka == 0  0.82135    0.10816   7.594 < 0.001 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 -0.35000    0.12940  -2.705 0.05011 .
## Orzhytsya - nonCCD == 0  -1.17135    0.10088 -11.611 < 0.001 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

```

11. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Консистенція вмісту ректума"

```

FecalMatterConsistency.stat <- data.frame(apiary <-
as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60),
rep('CCD', 344), rep('nonCCD', 178))), values.11 <-
c(FecalMatterConsistency.11.Lyashchivka.stat,
FecalMatterConsistency.11.Kaniv.stat, FecalMatterConsistency.11.Orzhytsya.stat,
FecalMatterConsistency.11.CCD.stat, FecalMatterConsistency.11.nonCCD.stat))

S11 <- lm(values.11 ~ apiary, data = FecalMatterConsistency.stat)
summary(S11)
##
## Call:
## lm(formula = values.11 ~ apiary, data = FecalMatterConsistency.stat)
##
## Residuals:

```

```
##      Min      1Q  Median      3Q      Max
## -0.8000 -0.4157 -0.4157  0.5843  1.7000
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.41570    0.03667  11.336 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv    0.38430    0.10293   3.733 0.000205 ***
## apiaryLyashchivka 0.16430    0.10293   1.596 0.110915
## apiarynonCCD   0.29217    0.06279   4.653 3.94e-06 ***
## apiaryOrzhytsya -0.11570    0.09515  -1.216 0.224433
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.6801 on 677 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.05157, Adjusted R-squared:  0.04596
## F-statistic: 9.202 on 4 and 677 DF, p-value: 3.04e-07
S11. <- glht(S11, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S11.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
## Fit: lm(formula = values.11 ~ apiary, data = FecalMatterConsistency.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      0.38430    0.10293   3.733 0.00175 **
## Lyashchivka - CCD == 0 0.16430    0.10293   1.596 0.48191
## nonCCD - CCD == 0     0.29217    0.06279   4.653 < 0.001 ***
## Orzhytsya - CCD == 0  -0.11570    0.09515  -1.216 0.72777
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.22000    0.13602  -1.617 0.46821
## nonCCD - Kaniv == 0   -0.09213    0.10886  -0.846 0.90976
## Orzhytsya - Kaniv == 0 -0.50000    0.13023  -3.839 0.00122 **
## nonCCD - Lyashchivka == 0 0.12787    0.10886   1.175 0.75245
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 -0.28000    0.13023  -2.150 0.18804
## Orzhytsya - nonCCD == 0 -0.40787    0.10153  -4.017 < 0.001 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)
```

12. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Ректальні ентероліти"

```
EnterolithsInRectum.stat <- data.frame(apiary <-
as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60),
rep('CCD', 236), rep('nonCCD', 150))), values.12 <-
c(EnterolithsInRectum.12.Lyashchivka.stat, EnterolithsInRectum.12.Kaniv.stat,
EnterolithsInRectum.12.Orzhytsya.stat, EnterolithsInRectum.12.CCD.stat,
EnterolithsInRectum.12.nonCCD.stat))
```

```
S12 <- lm(values.12 ~ apiary, data = EnterolithsInRectum.stat)
summary(S12)
##
## Call:
```

```

## lm(formula = values.12 ~ apiary, data = EnterolithsInRectum.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.46667 -0.05508 -0.05508 -0.00667  0.99333
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.05508    0.01844   2.987  0.00294 **
## apiaryKaniv     0.02492    0.04410   0.565  0.57233
## apiaryLyashchivka 0.30492    0.04410   6.914 1.33e-11 ***
## apiarynonCCD   -0.04842    0.02958  -1.637  0.10224
## apiaryOrzhytsya  0.41158    0.04096  10.049 < 2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.2833 on 541 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2316, Adjusted R-squared:  0.226
## F-statistic: 40.78 on 4 and 541 DF,  p-value: < 2.2e-16
S12. <- glht(S12, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S12.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.12 ~ apiary, data = EnterolithsInRectum.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      0.02492    0.04410   0.565   0.979
## Lyashchivka - CCD == 0 0.30492    0.04410   6.914 <1e-04 ***
## nonCCD - CCD == 0     -0.04842    0.02958  -1.637   0.461
## Orzhytsya - CCD == 0   0.41158    0.04096  10.049 <1e-04 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 0.28000    0.05665   4.942 <1e-04 ***
## nonCCD - Kaniv == 0    -0.07333    0.04626  -1.585   0.494
## Orzhytsya - Kaniv == 0  0.38667    0.05424   7.129 <1e-04 ***
## nonCCD - Lyashchivka == 0 -0.35333    0.04626  -7.638 <1e-04 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 0.10667    0.05424   1.966   0.273
## Orzhytsya - nonCCD == 0  0.46000    0.04327  10.631 <1e-04 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

```

13. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Прозорість стінок резервуара отруйної залози"

```

VenomSacColor.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50),
rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60), rep('CCD', 326), rep('nonCCD', 178))),
values.13 <- c(VenomSacColor.13.Lyashchivka.stat, VenomSacColor.13.Kaniv.stat,
VenomSacColor.13.Orzhytsya.stat, VenomSacColor.13.CCD.stat,
VenomSacColor.13.nonCCD.stat))

```

```

S13 <- lm(values.13 ~ apiary, data = VenomSacColor.stat)
summary(S13)
##
## Call:
## lm(formula = values.13 ~ apiary, data = VenomSacColor.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.8034 -0.2000  0.1966  0.3957  0.9667
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.60429    0.02352  25.695 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv   -0.40429    0.06449  -6.269 6.58e-10 ***
## apiaryLyashchivka -0.54429    0.06449  -8.440 < 2e-16 ***
## apiarynonCCD    0.19908    0.03957   5.031 6.32e-07 ***
## apiaryOrzhytsya -0.57096    0.05965  -9.572 < 2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4246 on 659 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2807, Adjusted R-squared:  0.2764
## F-statistic: 64.3 on 4 and 659 DF, p-value: < 2.2e-16
S13. <- glht(S13, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S13.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.13 ~ apiary, data = VenomSacColor.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      -0.40429    0.06449  -6.269 <0.001 ***
## Lyashchivka - CCD == 0 -0.54429    0.06449  -8.440 <0.001 ***
## nonCCD - CCD == 0      0.19908    0.03957   5.031 <0.001 ***
## Orzhytsya - CCD == 0  -0.57096    0.05965  -9.572 <0.001 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.14000    0.08493  -1.648  0.449
## nonCCD - Kaniv == 0    0.60337    0.06796   8.878 <0.001 ***
## Orzhytsya - Kaniv == 0 -0.16667    0.08131  -2.050  0.230
## nonCCD - Lyashchivka == 0 0.74337    0.06796  10.938 <0.001 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 -0.02667    0.08131  -0.328  0.997
## Orzhytsya - nonCCD == 0 -0.77004    0.06339 -12.148 <0.001 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

# 14. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Включення в порожнині резервуара
отруйної залози"

VenomSacDebris.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka',
50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60))), values.14 <-
c(VenomSacDebris.14.Lyashchivka.stat, VenomSacDebris.14.Kaniv.stat,

```



```

VenomSacDebris.14.Orzhytsya.stat))

S14 <- lm(values.14 ~ apiary, data = VenomSacDebris.stat)
summary(S14)
##
## Call:
## lm(formula = values.14 ~ apiary, data = VenomSacDebris.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
##    -0.6    -0.2    -0.1     0.4     0.9
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      0.20000    0.05854   3.417 0.000808 ***
## apiaryLyashchivka -0.10000    0.08279  -1.208 0.228889
## apiaryOrzhytsya   0.40000    0.07926   5.047 1.23e-06 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4139 on 157 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2258, Adjusted R-squared:  0.2159
## F-statistic: 22.89 on 2 and 157 DF,  p-value: 1.891e-09
S14. <- glht(S14, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S14.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.14 ~ apiary, data = VenomSacDebris.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Lyashchivka - Kaniv == 0    -0.10000    0.08279  -1.208    0.45
## Orzhytsya - Kaniv == 0       0.40000    0.07926   5.047 <1e-04 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 0.50000    0.07926   6.308 <1e-04 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

# 15. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Форма бича отруйної залози"

StingGlandSwelling.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka',
50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60), rep('CCD', 315), rep('nonCCD',
177))), values.15 <- c(StingGlandSwelling.15.Lyashchivka.stat,
StingGlandSwelling.15.Kaniv.stat, StingGlandSwelling.15.Orzhytsya.stat,
StingGlandSwelling.15.CCD.stat, StingGlandSwelling.15.nonCCD.stat))

S15 <- lm(values.15 ~ apiary, data = StingGlandSwelling.stat)
summary(S15)
##
## Call:
## lm(formula = values.15 ~ apiary, data = StingGlandSwelling.stat)

```



```

##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.8701 -0.3167  0.1299  0.2476  1.7600
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.75238    0.02558  29.410 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv     0.02762    0.06912   0.400  0.68959
## apiaryLyashchivka -0.51238    0.06912  -7.413 3.88e-13 ***
## apiarynonCCD    0.11768    0.04265   2.759 0.00596 **
## apiaryOrzhytsya -0.43571    0.06396  -6.813 2.19e-11 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.454 on 647 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1614, Adjusted R-squared:  0.1562
## F-statistic: 31.13 on 4 and 647 DF,  p-value: < 2.2e-16
S15. <- glht(S15, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S15.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.15 ~ apiary, data = StingGlandSwelling.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      0.02762    0.06912   0.400  0.9942
## Lyashchivka - CCD == 0 -0.51238    0.06912  -7.413 <0.001 ***
## nonCCD - CCD == 0     0.11768    0.04265   2.759 0.0433 *
## Orzhytsya - CCD == 0 -0.43571    0.06396  -6.813 <0.001 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.54000    0.09081  -5.947 <0.001 ***
## nonCCD - Kaniv == 0     0.09006    0.07272   1.238 0.7148
## Orzhytsya - Kaniv == 0 -0.46333    0.08694  -5.329 <0.001 ***
## nonCCD - Lyashchivka == 0 0.63006    0.07272   8.665 <0.001 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 0.07667    0.08694   0.882 0.8970
## Orzhytsya - nonCCD == 0 -0.55339    0.06783  -8.159 <0.001 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

# 16. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Меланізація бича отруйної залози"

StingGlandTissueMelanosis.stat <- data.frame(apiary <-
as.factor(c(rep('Lyashchivka', 50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60),
rep('CCD', 316), rep('nonCCD', 176))), values.16 <-
c(StingGlandTissueMelanosis.16.Lyashchivka.stat,
StingGlandTissueMelanosis.16.Kaniv.stat,
StingGlandTissueMelanosis.16.Orzhytsya.stat,
StingGlandTissueMelanosis.16.CCD.stat,
StingGlandTissueMelanosis.16.nonCCD.stat))

```

```

S16 <- lm(values.16 ~ apiary, data = StingGlandTissueMelanosis.stat)
summary(S16)
##
## Call:
## lm(formula = values.16 ~ apiary, data = StingGlandTissueMelanosis.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.4304 -0.4304 -0.0400  0.5696  0.9667
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.43038    0.02325   18.509 < 2e-16 ***
## apiaryKaniv   -0.39038    0.06291   -6.205 9.75e-10 ***
## apiaryLyashchivka -0.43038    0.06291   -6.841 1.82e-11 ***
## apiarynonCCD  -0.22015    0.03888   -5.663 2.24e-08 ***
## apiaryOrzhytsya -0.39705    0.05821   -6.821 2.08e-11 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4133 on 647 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1427, Adjusted R-squared:  0.1374
## F-statistic: 26.93 on 4 and 647 DF,  p-value: < 2.2e-16
S16. <- glht(S16, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S16.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.16 ~ apiary, data = StingGlandTissueMelanosis.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      -0.390380    0.062911   -6.205 <0.001 ***
## Lyashchivka - CCD == 0 -0.430380    0.062911   -6.841 <0.001 ***
## nonCCD - CCD == 0     -0.220152    0.038877   -5.663 <0.001 ***
## Orzhytsya - CCD == 0  -0.397046    0.058209   -6.821 <0.001 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 -0.040000    0.082669   -0.484  0.9879
## nonCCD - Kaniv == 0    0.170227    0.066241    2.570  0.0718 .
## Orzhytsya - Kaniv == 0  -0.006667    0.079150   -0.084  1.0000
## nonCCD - Lyashchivka == 0 0.210227    0.066241    3.174  0.0125 *
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 0.033333    0.079150    0.421  0.9929
## Orzhytsya - nonCCD == 0  -0.176894    0.061793   -2.863  0.0323 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

# 17. Tukey HSD для патанатомічної ознаки "Колір бича отруйної залози"

StingGlandColor.stat <- data.frame(apiary <- as.factor(c(rep('Lyashchivka',
50), rep('Kaniv', 50), rep('Orzhytsya', 60), rep('CCD', 316), rep('nonCCD',
177))), values.17 <- c(StingGlandColor.17.Lyashchivka.stat,
StingGlandColor.17.Kaniv.stat, StingGlandColor.17.Orzhytsya.stat,

```

```

StingGlandColor.17.CCD.stat, StingGlandColor.17.nonCCD.stat))

S17 <- lm(values.17 ~ apiary, data = StingGlandColor.stat)
summary(S17)
##
## Call:
## lm(formula = values.17 ~ apiary, data = StingGlandColor.stat)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.8418  0.0000  0.1582  0.2152  0.2152
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.78481    0.01938  40.488 <2e-16 ***
## apiaryKaniv   -0.78481    0.05244 -14.965 <2e-16 ***
## apiaryLyashchivka -0.78481    0.05244 -14.965 <2e-16 ***
## apiarynonCCD    0.05700    0.03235  1.762  0.0786 .
## apiaryOrzhytsya -0.78481    0.04852 -16.174 <2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.3446 on 648 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5057, Adjusted R-squared:  0.5026
## F-statistic: 165.7 on 4 and 648 DF,  p-value: < 2.2e-16
S17. <- glht(S17, linfct = mcp(apiary = "Tukey"))
summary(S17.)
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: lm(formula = values.17 ~ apiary, data = StingGlandColor.stat)
##
## Linear Hypotheses:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## Kaniv - CCD == 0      -7.848e-01  5.244e-02 -14.965 <1e-04 ***
## Lyashchivka - CCD == 0 -7.848e-01  5.244e-02 -14.965 <1e-04 ***
## nonCCD - CCD == 0      5.700e-02  3.235e-02  1.762  0.38
## Orzhytsya - CCD == 0  -7.848e-01  4.852e-02 -16.174 <1e-04 ***
## Lyashchivka - Kaniv == 0 1.843e-14  6.891e-02  0.000  1.00
## nonCCD - Kaniv == 0      8.418e-01  5.519e-02 15.254 <1e-04 ***
## Orzhytsya - Kaniv == 0   3.786e-14  6.598e-02  0.000  1.00
## nonCCD - Lyashchivka == 0 8.418e-01  5.519e-02 15.254 <1e-04 ***
## Orzhytsya - Lyashchivka == 0 1.943e-14  6.598e-02  0.000  1.00
## Orzhytsya - nonCCD == 0 -8.418e-01  5.147e-02 -16.354 <1e-04 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

```

РОЗПОДІЛ СТАНІВ ПАТАНАТОМІЧНИХ ОЗНАК ПОМІЖ БДЖІЛ

Таблиця Б.1

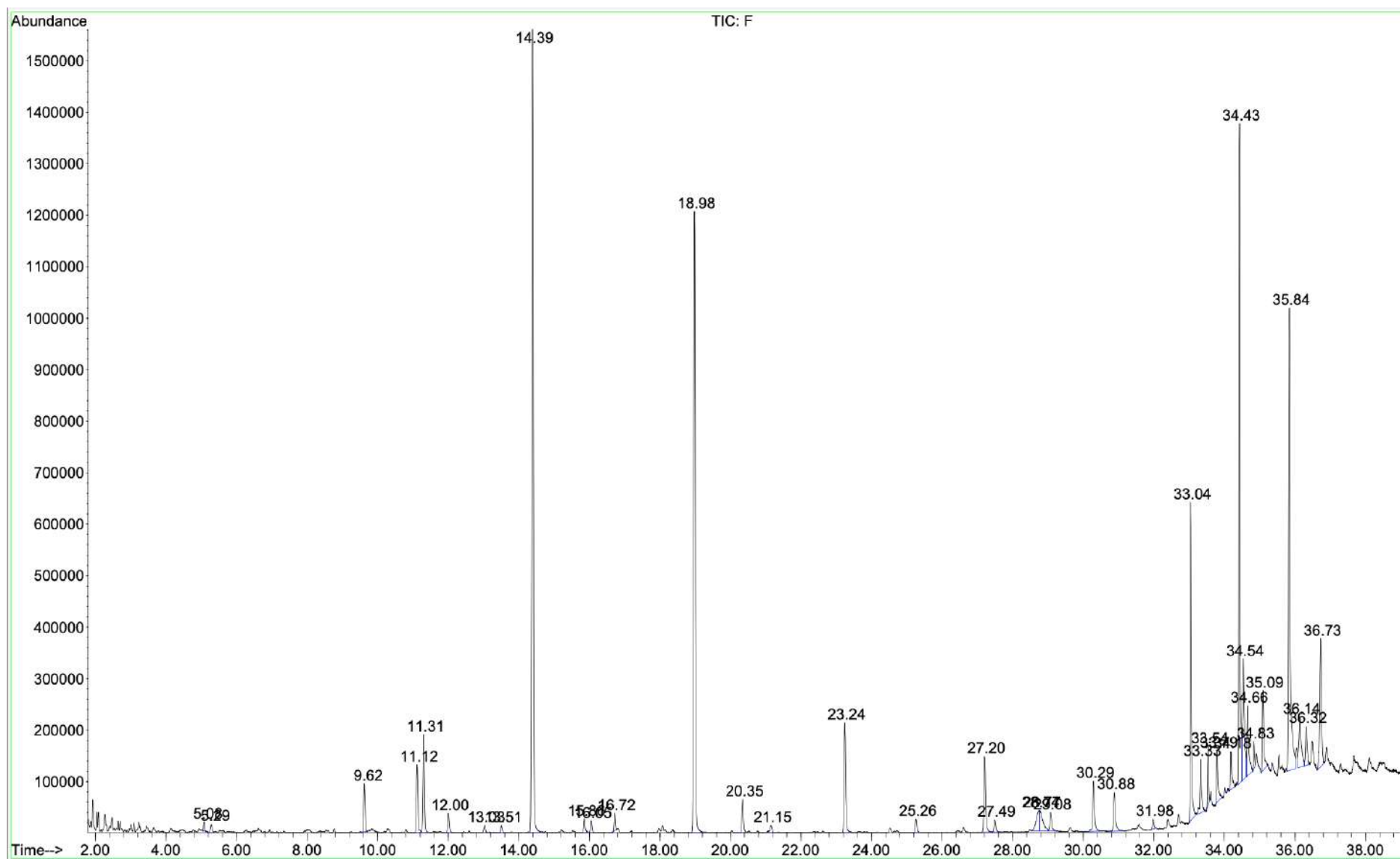
Розподіл станів патанатомічних ознак поміж бджіл (у межах досліджуваних пасік та контрольних вибірок із CCD-позитивним та CCD-негативним статусами)

Вибірка	Лящівка (n=50)			Канів (n=50)			Оржиця (n=60)			CCD+ (n≈350)			CCD- (n≈180)		
	(0)*, %	(1),%	(2),%	(0),%	(1),%	(2),%	(0),%	(1),%	(2),%	(0),%	(1),%	(2),%	(0),%	(1),%	(2),%
Ознака 1 [§]	94,0	6,0	NA	96,0	4,0	NA	95,0	5,0	NA	57,5	42,5	NA	70,0	30,0	NA
Ознака 2	64,0	36,0	NA	58,0	42,0	NA	73,3	26,7	NA	95,7	4,3	NA	91,7	8,3	NA
Ознака 3	20,0	26,0	54,0	4,0	10,0	86,0	1,7	5,0	93,3	30,9	47,1	22,0	31,0	53,0	16,1
Ознака 4	100,0	0,0	0,0	66,0	32,0	2,0	75,0	18,3	6,7	31,0	57,8	11,2	25,9	59,2	14,9
Ознака 5	38,0	62,0	NA	44,0	56,0	NA	45,0	55,0	NA	90,3	9,7	NA	89,8	10,2	NA
Ознака 6	98,0	2,0	0,0	62,0	36,0	2,0	78,3	21,7	0,0	7,4	72,8	19,8	5,6	74,0	20,3
Ознака 7	56,0	44,0	NA	42,0	58,0	NA	63,3	36,7	NA	55,4	44,6	NA	67,2	32,8	NA
Ознака 8	96,0	4,0	NA	50,0	50,0	NA	86,7	13,3	NA	82,5	17,5	NA	97,8	2,2	NA
Ознака 9	22,0	76,0	2,0	10,0	86,0	4,0	58,3	36,7	5,0	1,7	89,3	9,0	2,2	97,2	0,6
Ознака 10	54,0	32,0	14,0	16,0	8,0	76,0	81,7	11,7	6,7	24,1	56,0	19,8	11,8	34,3	53,9
Ознака 11	60,0	22,0	18,0	24,0	72,0	4,0	75,0	20,0	5,0	65,4	27,6	7,0	52,8	23,6	23,6
Ознака 12	64,0	36,0	NA	92,0	8,0	NA	53,3	46,7	NA	94,1	5,9	NA	99,3	0,7	NA
Ознака 13	94,0	6,0	NA	80,0	20,0	NA	96,7	3,3	NA	39,6	60,4	NA	19,7	80,3	NA
Ознака 14	90,0	10,0	NA	80,0	20,0	NA	40,0	60,0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ознака 15	78,0	20,0	2,0	40,0	42,0	18,0	71,7	25,0	3,3	24,8	75,2	0,0	13,0	87,0	0,0
Ознака 16	100,0	0,0	NA	96,0	4,0	NA	96,7	3,3	NA	57,0	43,0	NA	79,0	21,0	NA
Ознака 17	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	21,5	78,5	0,0	15,8	84,2	0,0

* – стан (0) – відсутність прояву ознаки або найнижчий стан її прояву, стан (1) – наявність ознаки або середній ступінь її прояву, стан (2) – найвищий показник прояву ознаки (не використовується для ознак, що характеризуються лише станами (0) та (1); позначено NA) (див розділ 7).

[§] – детальне пояснення патанатомічних ознак наведено в розділі 7.

ХРОМАТОГРАМА КОНДЕНСАТУ ВУЛИКОВОГО ПОВІТРЯ



ВИЗНАЧЕННЯ ХЛОРООРГАНІЧНИХ ПЕСТИЦИДІВ

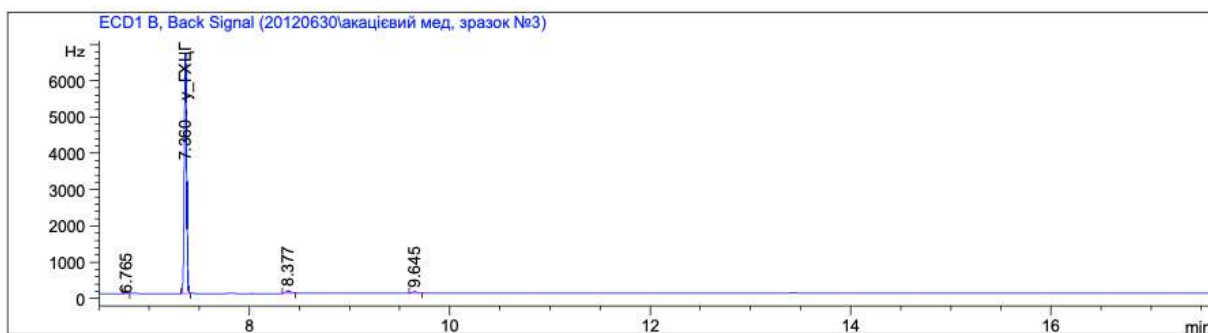
Додаток Г 1

Визначення хлороорганічних пестицидів в акацієвому меду

```

=====
Acq. Operator   : Скрипка Г.А.      Seq. Line : 1
Acq. Instrument : Instrument 1      Location  : Vial 201
Injection Date  : 5/26/2014 12:01:23 PM  Inj       : 2
                                           Inj Volume: 1 µl
Method          : C:\CHEM32\1\METHODS\XOS_PEST_1_ECD.M
Last changed    : 11/26/2013 3:26:47 PM by Savchenko O.O.
Method Info     : This is the method for chlorinated pesticides.
=====

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By      : Retention Time
Calib. Data Modified : 11/26/2013 12:25:26 PM
Multiplier:    : 1.0000
Dilution:      : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: ECD1 B, Back Signal

RetTime [min]	Sig	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area [мкг/мл]	Amount	Grp	Name
6.765	1	BB	32.68479	8.47212e-5	2.76910e-3		a_ГХЦГ
7.214	1		-	-			в_ГХЦГ
7.360	1	BB S	1.09422e4	4.30675e-6	4.71252e-2		y_ГХЦГ
8.950	1		-	-			Гептахлор
9.850	1		-	-			альдрин
13.410	1		-	-			4,4_ДДЕ
15.401	1		-	-			4,4_ДДД
17.431	1		-	-			4,4_ДДТ

```
Totals : 4.98943e-2
```

2 Warnings or Errors :

```

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

```

```

=====
*** End of Report ***

```


Data File C:\CHEM32\1\DATA\20150129\MED\000005.D

Sample Name: Blank Run

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====

*** End of Report ***

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====
=====
Area Percent Report
=====

Sorted By : Retention Time
Calib. Data Modified : 1/15/2015 10:42:21 AM
Multiplier: : 1.0000
Dilution: : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: NPD1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [pA*s]	Area %	Name
1	4.052	1		0.00000	0.00000	DDBF
2	6.698	1	BB	110.54772	1.50820	?
3	6.774	1	BB	1378.27100	18.80368	?
4	7.624	1		0.00000	0.00000	Bazudin
5	8.296	1	BB	2949.27295	40.23677	?
6	8.555	1		0.00000	0.00000	Methaphos
7	9.460	1		0.00000	0.00000	Carbophos
8	9.617	1	BB	488.39960	6.66321	?
9	10.112	1	BB	1243.43787	16.96416	?
10	10.671	1	BB	1159.86572	15.82399	?

Totals : 7329.79485

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====
*** End of Report ***

АНОТАЦІЯ

Монографія містить результати теоретико-методологічних, статистичних, експериментальних досліджень та практичний досвід їхніх впровадження у бджільництві авторського колективу восьми науково-дослідних освітніх установ України. Видання буде корисним для працівників науково-дослідних установ, виробникам, бджолярам-практикам, а також може використовуватися у підготовці фахівців зі спеціальностей «Технологія виробництва і переробка продуктів тваринництва», «Харчові технології», «Агрономія», «Ветеринарна медицина» та суміжних у закладах вищої та фахової освіти. Монографія складається з дев'яти розділів: пасічні господарства України; бджолозапилення; сучасні напрями досліджень у бджільництві; біологічно активні сполуки бджолиного обніжжя; безпечність та якість меду; хвороби бджіл: статистика, профілактика, лікування; патанатомія медоносної бджоли приватних пасік центральної України; селекція і розведення бджіл; застосування продуктів бджільництва в харчовій промисловості. Список використаних джерел налічує 534. Публікація містить 4 додатки. Видання підготовлено за ініціативи та фінансування Громадської Організації «Фундація жінок пасічниць».

Ключові слова: бджоли, запилення, девайс, пасіка, лінія бджіл, продукти бджільництва, патанатомія, синдром загибелі бджіл, хвороби бджіл, розведення, мед, бджолине обніжжя, біологічно активні речовини, статистика, війна в Україні

ANNOTATION

The monograph contains the results of theoretical-methodological, statistical, experimental studies and the practical experience of their implementation in beekeeping by the author's team of eight research educational institutions of Ukraine. The publication will be useful for employees of research institutions, producers, beekeepers-practitioners, and can also be used in the training of specialists in the specialty "Technology of production and processing of livestock products", "Food technologies", "Agronomy", "Veterinary medicine" and related fields institutions of higher and professional education. The monograph consists of nine chapters: apiary farms of Ukraine; bee pollination; modern directions of research in beekeeping; biologically active compounds of bee pollen; safety and quality of honey; bee diseases: statistics, prevention, treatment; pathanatomy of honey bees of private apiaries in central Ukraine; selection and breeding of bees; application of beekeeping products in the food industry. The list of used sources includes 534. The publication contains 4 appendices. The publication was prepared on the initiative and funding of the Public Organization "Foundation of Women Beekeepers".

Key words: bees, pollination, device, apiary, line of bees, beekeeping products, pathanatomy, SSD, bee diseases, breeding, honey, bee pollen, biologically active substances, statistics, war in Ukraine

Adamchuk L., Lisohurska D., Yevtushenko O., Furman S., Dvykaliuk R., Lisohurska O., Pylypko K., Senchuk T., Dikhtiar O., Antoniv A., Skrypka H., Husiatynska O. (2022). Beekeeping: vectors of scientific research. Monograph. L. Adamchuk (Eds.). Kyiv. NSC «P.I. Prokopovich Institute of Beekeeping», 386. ISBN 978-617-8102-75-3

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ:

Адамчук Леонора Олександрівна, кандидат с.-г. наук, доцентка Національного університету біоресурсів і природокористування України; старша наукова співробітниця ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» НААН України; голова правління ГО «Фундація жінок пасічниць»; м. Київ, Україна.

Антонів Артем Дмитрович, магістр, здобувач освітньо-наукового ступеня PhD, провідний фахівець відділу науково-технічної інформації науково-дослідної частини Національного університету біоресурсів і природокористування України; м. Київ, Україна.

Гусятинська Олена Олександрівна, кандидат с.-г. наук, доцентка кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва Одеського державного аграрного університету; членкиня ГО «Фундація жінок пасічниць», м. Одеса, Україна.

Двикалюк Роман Мар'янович, здобувач освітньо-наукового ступеня PhD Національного університету біоресурсів і природокористування України; голова правління ГС «Асоціація керованого запилення «БІСАГРО»»; м. Київ, Україна.

Діхтяр Олена Олександрівна, кандидат с.-г. наук, асистентка кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття Поліського національного університету; членкиня ГО «Фундація жінок пасічниць»; м. Житомир, Україна.

Євтушенко Олена Сергіївна, кандидат вет. наук, завідувачка сектору вивчення хвороб бджіл ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»; членкиня ГО «Фундація жінок пасічниць»; м. Харків, Україна.

Лісогурська Діна Володимирівна, кандидат с.-г. наук, завідувачка кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття Поліського національного університету, доцентка; членкиня правління ГО «Фундація жінок пасічниць»; м. Житомир, Україна.

Лісогурська Ольга Вікторівна, кандидат с.-г. наук, доцентка кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва Поліського національного університету; членкиня ГО «Фундація жінок пасічниць»; м. Житомир, Україна.

Пилипко Катерина Владиславівна, здобувачка ОС «Магістр» кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції, Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК, Національний університет біоресурсів та природокористування України; здобувачка ОС «Магістр» кафедри екології та зоології, ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка; членкиня ГО «Фундація жінок пасічниць»; м. Київ, Україна.

Сенчук Тетяна Юріївна, здобувачка освітньо-наукового ступеня PhD Інституту агроєкології і природокористування НААН України; молодша наукова співробітниця ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» НААН України; викладачка спецдисциплін ДНЗ «Гадяцьке аграрне училище»; членкиня ГО «Фундація жінок пасічниць», м. Полтава, Україна.

Скрипка Галина Андріївна, кандидат вет. наук, асистентка кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи Одеського державного аграрного університету; членкиня ГО «Фундація жінок пасічниць», м. Одеса, Україна.

Фурман Світлана Володимирівна, кандидат вет. наук, доцентка кафедри нормальної і патологічної морфології, гігієни та експертизи Поліського національного університету; членкиня ГО «Фундація жінок пасічниць»; м. Житомир, Україна.

КОЛЕКТИВНА МОНОГРАФІЯ

Наукове видання

Українською мовою

**БДЖІЛЬНИЦТВО:
вектори наукових досліджень**

Монографія

ПЕРШЕ ВИДАННЯ

Рецензенти: В. А. Соломаха, І. І. Ковальчук, В. В. Борщенко

Науковий редактор: Леонора Адамчук

Літературні редактори: Діна Лісогурська, Артем Антонів

Фотографії, графічні матеріали: авторський колектив або за посиланням під матеріалом

Обкладинка: Маріна Корс

Підписано до друку 13.12.22 Формат 70x100\16
Ум. друк. арк. 31,5 Наклад 100 прим. Зам. № 220492

Видавець і виготовлювач Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4097 від 17.06.2011

