ISBN 978-80-89703-49-4

Леонора Адамчук

БДЖОЛИНЕ ОБНІЖЖЯ

КИЇВ – 2017

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Леонора Адамчук

БДЖОЛИНЕ ОБНІЖЖЯ

Монографія

Видавничий дім Вініченко

КИЇВ
2017

УДК 638.1.138:178.2
ББК 46.91
А 28

Розглянуто і схвалено на засіданні Вченої ради Національного університету біоресурсів і природокористування України від 25 жовтня 2017 року, протокол № 3.

Рецензенти:

Прудніков Василь Григорович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри технології переробки і стандартизації продуктів тваринництва, Харківська державна зооветеринарна академія.

Кривий Михайло Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент технологічного факультету, Житомирський агроекологічний університет.

Бугера Сергій Іванович, доктор юридичних наук, кандидат сільськогосподарських наук, директор Національного наукового центру «Інститут бджільництва ім. П. І. Прокоповича» НААН України.

Адамчук, Л. О.
А 28 Бджолине обніжжя : монографія / Л. О. Адамчук. – К.: Видавничий дім «Вініченко», 2017. – 138 с.

ISBN 978-966-2622-28-7

У монографії викладено наукову інформацію за результатами досліджень щодо видового походження білкового корму, етології бджіл при заготівлі і формуванні бджолиного обніжжя, наведено експериментальні дані провідних вчених та автора. Розглянуто морфологічні особливості пилкових зерен рослин, як ресурсу для бджолиного обніжжя, та їх видові відмінності. Подано дані з пилкозбиральної роботи бджіл, їх поведінки під час збирання квіткового пилку та формування обніжки. В окремому розділі висвітлено методи оцінки якості бджолиного обніжжя, подано технологічну, біологічну і біохімічну характеристику цього продукту.
Видання розраховане на працівників науково-дослідних установ, викладачів, аспірантів, студентів вищих навчальних закладів і на спеціалістів, які займаються виробництвом бджолиного обніжжя.

ISBN 978-966-2622-28-7

© Леонора Адамчук, 2017
© Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2017
© Видавничий дім «Вініченко», 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА 5

РОЗДІЛ І

ПРИРОДНІ РЕСУРСИ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ.....7

1.1 Квітковий пилок рослин, як джерело корму для бджіл 7

1.2 Морфологія, походження та класифікація пилкових зерен..... 12

1.3 Бджолине обніжжя з різних видів рослин..... 29

РОЗДІЛ ІІ

ЕТОЛОГІЯ БДЖІЛ І ПИЛКОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІМЕЙ 37

2.1 Пилкозбиральна робота бджіл 37

2.2 Поведінка бджіл під час збирання пилку..... 46

2.3 Формування бджолами пилкової грудочки..... 72

РОЗДІЛ ІІІ

ЯКІСТЬ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ.....81

3.1 Технологічна, біологічна і біохімічна характеристика бджолиного обніжжя 81

3.2 Методи оцінювання обніжжя та його класифікація 91

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 109

ДОДАТКИ 123

ПЕРЕДМОВА

Щиросердечну подяку автор висловлює видатному вченому, доктору сільськогосподарських наук, професору ***Броварському Валерію Дмитровичу*** *за наукове спрямування, професійні настанови і батьківську підтримку.*

Наукові розробки і впровадження ефективних технологій у бджільництві України, сприяють зростанню обсягів виробництва як меду, так й інших різновидів продукції, у тому числі бджолиного обніжжя, яке характеризується високою поживною цінністю і лікувальними властивостями.

Нині досліджено пилкову продуктивність різних видів рослин, поведінку бджіл під час заготівлі білкового корму, що дало можливість розробити технології і обладнання одержання бджолиного обніжжя, способи оцінки його якості, удосконалити методи первинної переробки і зберігання, визначено вимоги до цього продукту. Дослідження ознак класифікації бджолиного обніжжя, поліпшення методів оцінки його якості та консервації, на підставі удосконалення способів визначення видового походження пилкових зерен дає можливість підвищити комплексну продуктивність сімей і є актуальним для бджільництва.

У монографії детально висвітлюються питання процесів заготівлі і формування бджолами білкового корму, його походження, результати досліджень основоположників науки та сучасні дані одержані автором. Розглядаються морфологічні особливості пилкових зерен рослин, як ресурсу для бджолиного обніжжя, та їх видові відмінності. Наведено дані з пилкозбиральної роботи бджіл, їх поведінки під час збирання квіткового пилку та формування пилкової грудочки. Окремий розділ присвячено якості бджолиного обніжжя, методам її дослідження, технологічній, біологічній і біохімічній характеристиці цього продукту.

Видання стане корисним для спеціалістів, які займаються виробництвом бджолиного обніжжя. Викладена інформація сприятиме розвитку наукових знань у бджільництві, може бути використана у навчальному процесі для поліпшення фахової підготовки майбутніх спеціалістів галузі.

РОЗДІЛ І

ПРИРОДНІ РЕСУРСИ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ

1.1 Квітковий пилок рослин, як джерело білкового корму для бджіл

Пилок (лат. *pollen*) – порох, що є сукупністю пилкових зерен (чоловічих гаметофітів рослин), які складаються з двох клітин із гаплоїдним набором хромосом – вегетативної (яка розвивається в пилкову трубку) і генеративної (яка розвивається у спермії) [180]. Міцна оболонка захищає гаплоїдні клітини впродовж всього шляху від тичинки однієї квітки до маточки іншої. Дослідження пилку виділено в окремий науковий напрям – палінологію [82, 85, 150, 158]. Так, встановлено, що пилкове зерно містить не статеву (у більшості покритонасінних рослин це одна клітина, але в деяких насінних – декілька клітин) і статеву клітину, яка містить два ядра [31, 42]. Ці клітини обрамлені клітинною стінкою, яка містить багато целюлози і називається інтиною, та міцною зовнішньою стінкою, що складається в основному зі спорополеніну, і називається екзиною [168, 194].

Мікроскопічними дослідженнями багатьох вчених [14, 18, 27, 40], встановлено, що екзина буває вкрита потовщеннями у вигляді виростів, горбочків, шишечок, сіточки, і має тонші місця та невеличкі отвори – пори. За формою вони можуть бути кулясті, овальні, трикутні, паличковидні тощо. Відомо, що форма, розміри та особливості поверхні пилкових зерен дуже різноманітні [13, 32, 40]. Пилкові зерна голонасінних мають крильця.

Забарвлення пилку найчастіше жовте чи оранжеве, але буває коричневим, червоним, синім тощо. У квітах деяких рослин утворюються тисячі і навіть мільйони пилкових зерен. Найменші пилкові зерна в рослин одного з видів Myosotis spp., вони близько 6 мкм у діаметрі. Пилок, який переноситься вітром, може мати діаметр одного зерна близько 90–100 мкм [77, 168].

Встановлено [14, 20, 46], що у водному середовищі пилкове зерно легко набухає і тріскається, у зв'язку з цим квіти різних видів рослин мають пристосування, які захищають пилок від дощу. Це пониклі квіти (конвалія звичайна – *Convallaria majalis* L., брусниця звичайна – *Rhodococcum vitis-idaea* L.) або суцвіття (акація біла – *Robinia pseudoacacia* L.), закривання оцвітини в дощову погоду (горицвіт весняний – *Adonis vernalis* L., сон-трава – *Pulsatilla patens* L.) та суцвіть типу кошик у айстрових (Asteraceae spp.), розміщення квіток під захистом листків (рід липа – Tilia spp., розрив-трава звичайна – *Impatiens nolitangere* L.) або розміщення тичинок під пелюстковидними лопастями приймочок (півники болотні – *Iris pseudacorus* L.).

Визначено [14, 31, 87], що інтина являє собою тонку прозору плівку, складену переважно з пектинових речовин. Екзина, у порівнянні з інтиною відносно товста, шарувата, кутинізована і містить надзвичайно стійкі вуглеводи спорополеніни, практично нерозчинні в кислотах та лугах. Екзина, у свою чергу, має два шари: зовнішній – секзина (скульптурний шар), і внутрішній – некзина (не скульптурний шар). Саме будова секзини дуже різноманітна взагалі, і разом з тим постійна в межах таксономічних груп, що має важливе систематичне значення [191, 193].

На поверхні секзини виникають різні горбочки, шишечки, гребені, для позначення яких розроблена досить складна термінологія [120, 139]. В екзині наявні тонкі місця і навіть наскрізні отвори, які служать для виходу пилкової трубки – апертури. Їх розміщення і форма різноманітні. Одні вчені [42, 94, 139] характеризують їх за розміщенням як полярні чи зональні, а за формою поділяють на борозни і пори. Інші, стверджують [32, 193], що більшість дводольних має триборознистий пилок, а для однодольних характерний однопоровий тип. Спородерма відзначається надзвичайною різноманітністю, і водночас сталістю для конкретних систематичних груп.

Пилкове зерно, тобто чоловічий гаметофіт насінної рослини, розвивається в мікроспорангії (який міститься в пиляку квітки покритонасінних, чи мікростробілах голонасінних та інших насінних рослин) [42]. Він формується в пиляках рослин, які утворюють андроцей – чоловічу генеративну сферу рослинного організму, де відбувається мікроспорогенез та мікрогаметогенез, необхідний для запліднення у квіткових рослин [32, 121, 130].

Однак, до нині не достатньо вивчено вплив будови андроцею та оцвітини на швидкість формування бджолами обніжжя. Відомо, що андроцей класифікують за такими ознаками: зростанням між собою тичинок; співвідношенням довжини тичинкових ниток; кількістю кіл, в яких розташовані тичинки [115, 158].

За першою ознакою виділяють такі типи андроцею: багатобратній, коли тичинки не зростаються між собою, всі тичинки вільні (яблуня, вишня, дзвіночки); двобратній, коли частина тичинок зростається, а одна залишається вільною (бобові); однобратній, коли всі тичинки зростаються між собою. Зростання тичинок може бути суцільне і часткове (до середини) [158].

За співвідношенням довжини тичинкових ниток андроцей поділяють на: двосильний, дві тичинки розташовані на коротких тичинкових нитках, а дві – на довгих (представники родини губоцвітих – розхідник, глуха кропива біла та ін.); чотирисильний, дві тичинки на коротких тичинкових нитках, чотири – на довгих (представники родини хрестоцвітих – капуста, редька та ін.).

Окрім того, розрізняють андроцей і за кількістю кіл, в яких розташовані тичинки:

гаплостемонний, коли тичинки розташовані в одному колі (первоцвіт, верба, тополя та ін.); диплостемонний, коли тичинки розташовані у двох колах (дзвоники, морква, кріп); полістемонний, коли тичинки розташовані в трьох і більше колах (лавр, представники розових) [25, 115, 185].

Існує два типи пиляків: інтрозний (від лат. intrusio, від intrudo – вштовхую) – мікроспорангії якого розкриваються щілинами, спрямованими в середину квітки, тобто до гінецею; екстрозний (від лат. extrusio, від extrudo – виштовхую) – мікроспорангії якого після достигання відкриваються поздовжньою щілиною назовні до оцвітини (щілина повернута назовні від квітки) [85, 129]. Вплив типу пиляка на інтенсивність пилкозбиральної роботи і морфологічних показників обніжжя є майже не дослідженим.

Відомо [5, 6, 34, 41], що для бджіл квітковий пилок є джерелом білкового корму, який вони запасають готуючи суміші для годівлі личинок. У процесі еволюції та зв'язку комах з рослинами, на третій парі ніжок у робочих бджіл утворились спеціальні кошики, для накопичення зібраного з квітів пилку. У кошиках для збору пилку, які являють собою гладеньку поверхню на латеральній стороні гомілки, обрамлену волосками, бджоли формують грудочки пилку. Такі грудочки прийнято називати бджолиним обніжжям. За день бджола робить у середньому 8–12 вильотів за білковим кормом і приносить близько 200 мг пилку. Бджоли однієї сім'ї можуть принести за день близько 100–200 г обніжжя, а за сезон – до 50 кг і більше [49, 69].

При щільному складанні обніжжя в комірки стільників, бджоли додають до нього нектар, секрет гіпофаренгіальних і мандибулярних залоз, заливають медом. Під дією ферментів пилок піддається молочнокислому бродінню, а молочна кислота, яка при цьому утворюється, консервує пилок. Перероблене бджолами обніжжя називають пергою. У сприятливих умовах (за оптимальної вологості в гнізді) перга може зберігатися тривалий період [76, 96].

Завдяки високій поживній цінності і вмісту великої кількості біологічно активних речовин, квітковий пилок зацікавив людину. Тому, були здійснені спроби заготовляти його без участі бджіл. Експериментально встановлено, що пилок можна заготовляти і без допомоги бджіл [4, 36]. Для цього під час цвітіння рослин його струшують з квітів у поліетиленові або паперові пакети. Багатими на пилок є квіти верби, кукурудзи, сосни, коноплі та інших пилконосів. Чимало пилку можна отримати з сережок ліщини. Заготовляють їх тоді, коли вони ще не розпустилися. Для дозрівання пиляків сережки розкладають на чисті аркуші паперу. Зібраний пилок просівають крізь сито і просушують у темному приміщенні, що провітрюється, за температури не вище 45 °С [36].

Проте, з'ясовано [169, 197], що за вживання пилку отриманого без участі бджіл можуть спостерігатися алергічні реакції: свербіж шкіри, кропив'янка, алергічний нежить, головний біль і т. ін. У випадку прояву алергічної реакції необхідно припинити його прийом і проконсультуватися з лікарем. За іншими даними визначено [33, 80], що алергічними властивостями характеризується тільки пилок зібраний безпосередньо з квіток рослин. Так, алергени пилку, який зібраний і сформований бджолами в грудочки обніжжя, припиняють свою дію під впливом ферментів їх слинних залоз. Окрім того, обніжжя збагачується вуглеводами та іншими біологічно-активними речовинами, які бджоли додають до пилку.

Досліджено [161, 165], що пилок, зібраний бджолами, визнаний десенсибілізуючим засобом у випадках алергії на пилок зібраний безпосередньо з квітів або той, що знаходиться в повітрі. Так, у ході алергічної реакції кальцієві канали в мембранах клітин людського організму в присутності алергену відкриваються.

Цей процес сприяє проникненню кальцію в клітину, що в кінцевому підсумку призводить до руйнування складових клітини ліпідного походження, тобто проходить алергічна реакція. Феномен впливу складових обніжжя на дегранулювання ліпідних включень клітин закінчується вивільненням гістаміну, сильного медіатора алергічної реакції, яка в результаті припиняється [131].

Вчені висунули гіпотезу, згідно якої, крім десенсибілізації, кальцієві канали залишаються закритими під дією флавоноїдних сполук обніжжя. У результаті, симптоми алергічної реакції блокуються [165].

Проте, встановлено шкідливий вплив на організм людини пилку, який після висушування набрав вологу і відсирів [107]. Квітковий пилок не стійкий до умов навколишнього середовища. Тривале зберігання його приводить до втрати вітамінів, білків, амінокислот та інших цінних поживних речовин. Визначено, що в пилку, який впродовж року зберігали в приміщенні з кімнатною температурою кількість вітаміну С зменшувалася на 30–50 % [172].

У бджільництві пилкові зерна почали вивчати спочатку в складі меду з метою встановлення його видового походження [103, 140]. Квітковий пилок потрапляє в мед під час заготівлі бджолами нектару в тій чи іншій кількості, залежно від розміщення пиляків і нектарників [53]. Як правило, походження меду прогнозують виходячи з конкретних умов медозбору і спостережень за льотною діяльністю бджіл [60]. Таке оцінювання може бути вірним за наявності в радіусі продуктивного льоту бджіл масиву одного нектароносу, високого рівня виділення його квітами нектару і сприятливих погодних умов.

У випадку якісного і кількісного різноманіття нектароносів, помірного або

слабкого нектаровиділення і утримання бджіл різних порід (чи помісей), яким властива більш чи менш виражена флорміграція, походження меду цим способом визначити майже не можливо [70, 92].

Нині, за виникнення потреби гарантувати встановлення видового походження меду, оцінюючи його товарну якість, важливо проводити експертизу на автентичність. Тому, нині триває пошук методів і показників за якими можна було б визначити ботанічне походження меду. Зокрема, отримав поширення пилковий аналіз меду. Він базується на визначенні в меді відносного вмісту пилку різних нектароносів [138, 166].

Спостереження і дослідження флороспеціалізації і флороміграції бджіл різних порід свідчать, що пилковий склад різних видів меду неоднаковий [72]. Результати дослідів, проведених в умовах штучного обмеження медоносної бази і льотної діяльності бджіл, дозволили припустити, що вміст пилку того чи іншого виду рослин, відповідає або прямо пропорційний частці їх нектару в меді [119, 132].

Встановлено, що в медах може бути зазвичай від 1 до 20 різних видів пилкових зерен [88, 98, 102]. За вмістом в меді, пилок різних рослин умовно поділяють на домінуючий, супутній та випадковий. Відповідно, домінуючих пилкових зерен у досліджуваному зразку меду повинно міститися від 100 до 45 %, супутніх – від 44 до 16 % і випадкових від 15 % і менше. Мед вважають монофлорним, якщо пилок передбачуваного нектароносу є в ньому домінуючим [89, 101, 176].

Доведено [90, 106, 110], що визначення походження меду за наявністю рослин на медоносних масивах, відповідає результатам пилкового аналізу лише за умов оцінювання сільськогосподарських культур (наприклад гречки, соняшника). Оцінюючи мед зібраний з дикоростучої флори, пилковий аналіз може привести до абсолютно інших висновків щодо його походження [122]. Більш того, у значній частині монофлорного за паспортними даними меду, пилок конкретного нектароносу виявляється супутнім або навіть випадковим, а домінує пилок інших рослин [142].

Вперше мікроскопічні дослідження меду почали проводити в кінці XIX на початку XX століть. У 30-х роках XX ст. вчені (L. Ambruster, G. Oenike (1929 р.), E. Zander (1931 р.) займались дослідженнями походження меду [27]. Широкого застосовування пилковий аналіз набув у 50–60-х р. XX ст., коли виникла потреба експорту меду в країни Європи. Це зумовило необхідність швидкого і точного встановлення ботанічного та географічного походження продукції, яку постачали. У 1954 р. міжнародною групою вчених A. Maurizio (Швейцарія), J. Louveaux (Франція) і G. Vorwohl (Німеччина) було впроваджено зручну методику пилкового аналізу [41].

В Україні пилковий аналіз було започатковано В. Н. Андрєєвим у 1925 р. Ним вперше визначено походження перги на основі порівняльного аналізу пилкових зерен, які містились у перзі стільників і відібраних з квітів пилконосних рослин у радіусі продуктивного льоту бджіл [5, 6]. Він ставив за мету встановити, які рослини і в якій кількості продукують пилок у Харківській області, з яких рослин бджоли заготовляють пилок на період зимівлі і для ранньовесняного розвитку, а також вивчав морфологічні зміни, які відбувались у перзі за її збереження у гнізді.

Інша частина досліджень вченого стосувалася походження білкового корму, який найбільш цінний для бджіл. А саме, він досліджував пилок рослин, який заготовляють бджоли, періоди вегетації цих рослин, відносну кількість пилку за видовим складом, швидкість споживання принесеного пилку бджолиною сім'єю [6]. Нині, на кафедрі бджільництва НУБіП України проводять дослідження по вдосконаленню застосування пилкового аналізу для визначення ботанічного походження меду, перги та обніжжя [18].

Науковою проблематикою, світового співтовариства є розробка каталогів пилкових зерен різних країн світу для ідентифікації їх у продукції бджільництва. Так, у деяких країнах вже існують дата бази пилку – The African Pollen Database; The European Pollen Database; Canadian Pollen Database [158].

Доступна інформація для пересічного користувача знаходиться на PalDat – Палінологічній базі даних (Інтернет-видання викопних і сучасних пилкових зерен і спор). У PalDat пилкове зерно можливо знайти за таксономічними системами PalDat, APG II, APG III, Кронквіста, Тахтаджяна та Стівенса [158]. Пошук пилкових зерен у цій дата базі ґрунтується на введені латинської назви рослини, попередньо обравши її родину за однією з таксономічних систем. Але для проведення пилкового аналізу меду чи іншої продукції бджільництва цієї інформації не достатньо.

Проаналізувавши літературні джерела, можемо відмітити, що вченими були запропоновані способи прогнозування походження продуктів бджільництва. Відомо, що найбільшого використання набув метод пилкового аналізу. Проте, існує потреба вивчення морфологічних особливостей пилкових зерен основних медоносних і пилконосних рослин України для забезпечення контролю регіонального і видового походження продукції бджільництва.

1.2 Морфологія, походження та класифікація пилкових зерен

У зв'язку з біорізноманіттям пилкових зерен виникла потреба систематизування їх спільних і відмінних ознак для можливості ідентифікації походження пилку. Досліджуючи гаметофіти медоносних рослин Лісостепової зони України, було

встановлено їх подібні морфологічні ознаки – розмір, форму і забарвлення зерен, кількість, розміщення і форму апертур, структуру екзини.

Під час мікроскопічних досліджень препаратів пилкових зерен підраховували найбільшу кількість гаметофітів подібних за розмірами. Тому, за цією ознакою пилкові зерна було розподілено на три групи: дрібні (рис. 1.1), такі що в повздовжньому промірі не перевищують 10 мкм; середні, проміри яких знаходяться в межах від 10 до 50 мкм; великі – перевищують 50 мкм у будь-якому із промірів.

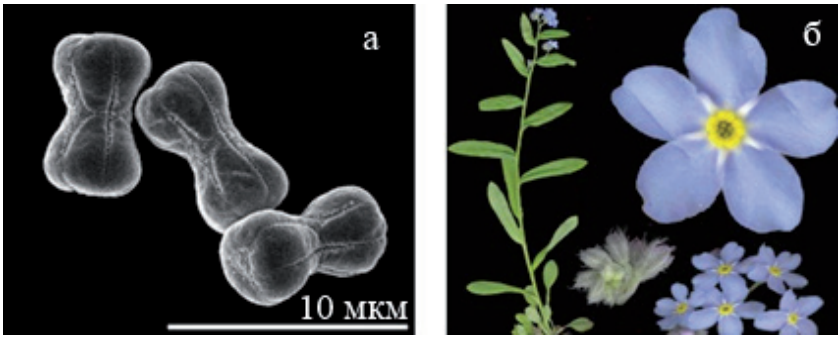


Рис. 1.1. Незабудка болотна *Myosotis palustris* L.
(а – пилкове зерно (PalDat); б – рослина)

Дрібні пилкові зерна зустрічаються рідко під час проведення пилкового аналізу, а незначна їх кількість різновидів полегшує ідентифікацію продукції. Види медоносних рослин з дрібними зернами у більшості випадків є малопродуктивними медоносами. Так, одна квітка незабудки болотної виділяє 0,007 мг нектару, а медопродуктивність становить лише 6 кг/га [7]. Тому значення їх в одержані продуктів бджільництва не вагоме. Серед досліджених рослин дрібні пилкові зерна були характерні для наступних рослин: чорнокорінь лікарський (*Cynoglossum officinale*); пупочник весняний (*Omphalodes verna*); пеперомія червонувата (*Peperomia rubella*); незабудка дібровна і болотна (*Myosotis nemorosa*, *M. palustris*).

За результатами проведених досліджень, пилкові зерна середнього розміру трапляються найчастіше. Через велику кількість представників медоносних рослин Лісостепової зони, яким характерні середні пилкові зерна, було доцільно здійснити їх розподіл на підгрупи. Таким чином, пилкові зерна середнього розміру класифікували на дві підгрупи – medium (26–50 мкм) і small medium (10–25 мкм). Серед досліджених зерен розміру medium переважно спостерігали гаметофіти продуктивних медоносних рослини Лісостепової зони України (рис. 1.2).

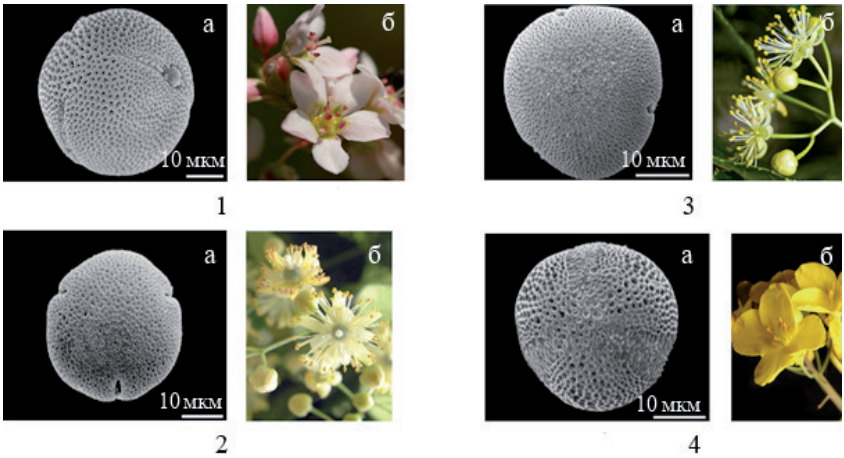


Рис. 1.2. Види рослин з пилковими зернами розміру medium
Примітка. 1 – гречка посівна *Fagopyrum sagittatum* Libib; 2 – липа широколиста *Tilia platyphyllos* Scop; 3 – липа дрібнолиста *Tilia cordata* Mill; 4 – ріпак *Brassica napus* L. var. oleifera Metzg; а – полярний знімок пилкового зерна без фіксації препарату (PalDat); б – знімок оцвітини представника виду.

Встановлено, що для цієї підгрупи характерні деякі особливості морфологічної будови пилкових зерен. А саме, пилкові зерна мали подібну форму, яка в більшості випадків, була сферична, овальна і трикутна. Окрім того, в них виявлено наявність трьох апертур. Найчастіше в досліджуваних препаратах зустрічали пилкові зерна гречки посівної *Fagopyrum sagittatum* Libib (рис. 1.2 – 1; а, б), липи широколистої *Tilia platyphyllos* Scop (рис. 1.2 – 2; а, б) і дрібнолистої *T. cordata* Mill (рис. 1.2 – 3; а, б), кленів (Acer spp.), верб (Salix spp.), конюшин (Trifolium spp.), ріпаку *Brassica napus* L. var. oleifera Metzg (рис. 3.2 – 4; а, б).

Проте, виявили й інші пилкові зерна розміру medium, це: акант довголистий (*Acanthus longifolius*); частуха подорожникова (*Alisma plantago-aquatica*); підсніжник білосніжний *(Galanthus nivalis*); морква дика (*Daucus carota*); копитняк європейський (*Asarum europaeum*); айстра степова (*Aster amellus*); будяк акантовидний (*Carduus acanthoides*); волошка синя (*Centaurea cyanus*); ехінацея пурпурова (*Echinacea purpurea*); соняшник (*Helianthus annuus*); дивосил шорсткий (*Inula hirta*); кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*); золотарник звичайний (*Solidago virgaurea*); вільха чорна (*Alnus glutinosa*); граб звичайний (*Carpinus betulus*); гірчиця біла (*Sinapis alba*); дзвоники (*Campanula laciniata*).

У зв'язку з меншою кількістю видів рослин у Лісостеповій зоні, яким властиві пилкові зерна розміру small medium, їх гаметофіти рідше траплялися в досліджуваних препаратах. Встановили, що ці пилкові зерна характерні для родин

подорожникових (Plantaginaceae), виноградових (Vitaceae), багатьох видів родин айстрових (Asterceae), бобових (Fabaceae) та шорстколистих (Boraginaceae). Серед цих рослин переважають дикоростучі рослини з медопродуктивністю в середньому 90–150 кг/га, але зустрічаються й високопродуктивні нектароноси (рис. 1.3 – 3; а, б). Наприклад, фацелія пижмолиста *Phacelia tanacetifolia* Benth, медпродуктивність якої сягає до 1500 кг/га [5], а пилкова продуктивність до 30 кг/га має гаметофіти розміром small medium [64].

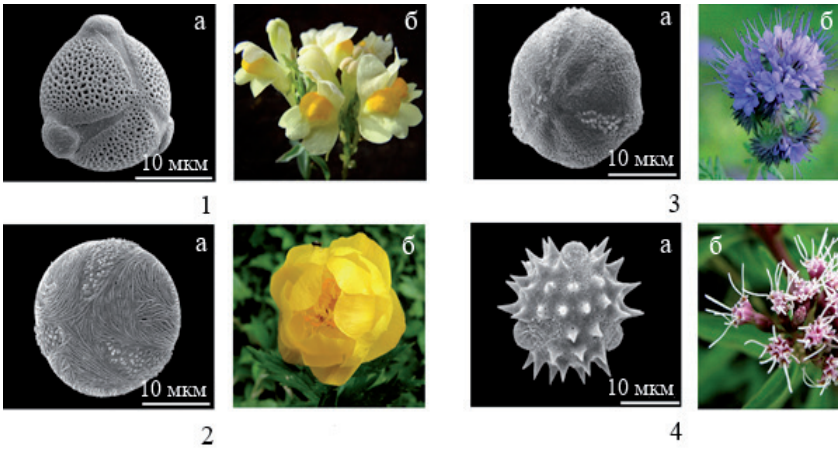


Рис. 1.3. Види рослин з пилковими зернами розміру small medium
Примітка. 1 – льонок дроколистий *Linaria genistifolia* L. Mill; 2 – купальниця Європейська *Trollius altissimus* Crantz; 3 – фацелія пижмолиста *Phacelia tanacetifolia* Benth; 4 – сідач конопляний *Eupatorium cannabinum* L.; а – полярний знімок пилкового зерна без фіксації препарату (PalDat); б – знімок оцвітини представника виду.

Досліджено морфологічні особливості підгрупи пилкових зерен розміру small medium деяких рослин, а саме: льонка дроколистого *Linaria genistifolia* L. Mill (рис. 1.3 – 1; а, б); купальниці Європейську *Trollius altissimus* Crantz (рис. 1.3 – 2; а, б), сідача конопляного *Eupatorium cannabinum* L (рис. 1.3 – 4; а, б), синяка звичайного *Echium vulgare* L. Для цієї підгрупи пилкових зерен характерні відмінності у формі, розміщенні, кількості і формі апертур, а також утвореннях екзини.

У досліджуваних препаратах також виявили зерна розміру small medium таких рослин: щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*); різак звичайний (*Falcaria vulgaris* Bernh); осот щетинистий (*Erigeron acris*); пижмо звичайне (*Tanacetum vulgare*); береза низька (*Betula humilis* Schrank); ліщина звичайна (*Corylus avellana*).

Великі (large) за розміром пилкові зерна під час дослідження препаратів траплялися рідше в порівнянні з іншими. У результаті еволюційного розвитку пристосування рослин до розмноження, склалося так, що рослинам для яких характерні великі

пилкові зерна, властивий ентомофільний тип запилення. Встановлено, що серед покритонасінних, великі пилкові зерна мають декоративні і дикоростучі квітучі рослини, серед яких зустрічаються медоноси (рис. 1.4).

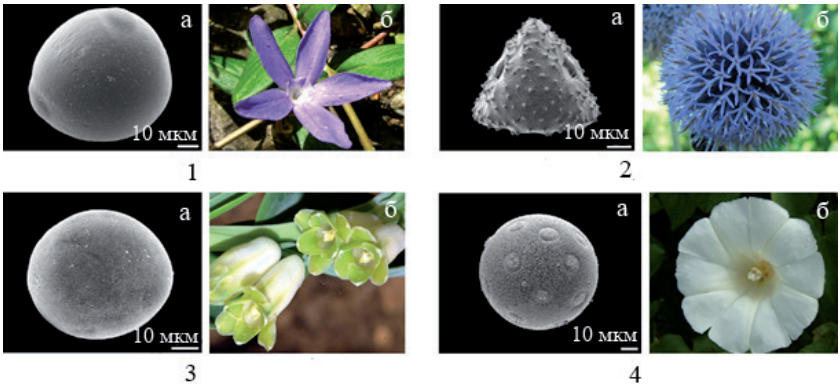


Рис. 1.4. **Види рослин з пилковими зернами великого розміру (large)**
Примітка. 1 – барвінок трав'янистий *Vinca herbacea* Waldst. & Kit; 2 – головатень звичайний *Echinops ritro* L.; 3 – купина лікарська *Polygonatum odoratum* L.; 4 – плетуха звичайна *Calystegia sepium* L. K. Br.); а – полярний знімок пилкового зерна без фіксації препарату (PalDat); б – знімок оцвітини представника виду.

Зерна великого розміру легко ідентифікувати під мікроскопом, оскільки всі представники цієї групи мають відмінні особливості структури екзини і в більшості випадків три апертури. Під час дослідження препаратів пилкових зерен визначено морфологічні особливості гаметофітів купини лікарської *Polygonatum odoratum* L. (рис. 1.4 – 3; а, б), барвінків трав'янистого *Vinca herbacea* Waldst. & Kit (рис. 1.4 – 1; а, б) і малого *V. minor* L, головатня звичайного *Echinops ritro* L. (рис. 1.4 – 2; а, б), плетухи звичайної *Calystegia sepium* L. K. Br. (рис. 1.4 – 4; а, б). Зерна розміру large часто трапляються в препаратах, тому що притаманні для рослин господарського призначення, наприклад огірок посівний *Cucumis sativus* L. (рис. 1.5).

Для полегшення їх ідентифікації їх виокремили підгрупу very large, серед них – лаватера тюрінгська *Lavatera thuringiaca* L. (рис. 1.6 – 1; а, б); енотера дворічна *Onagra biennis* Scop (рис. 1.6 – 3; а, б); ластовень лікарський *Vincetoxicum Hirundinaria* (рис. 1.6 – 2; а, б), калачики непомітні *Malva neglecta* Wallr та лісові *M. sylvestris* L. (рис. 1.6 – 4; а, б), півники болотяні *Iris pseudacorus* L., ваточник сирійський *Asclepias syriaca* L., хоста подорожникова *Hosta plantaginea* L.

Особливістю пилкових зерен підгрупи very large є наявність в деяких її представників великих відростків, утворень екзини чи з'єднання основного тіла гаметофіта із декількох частин (рис. 1.6 – 2; а).

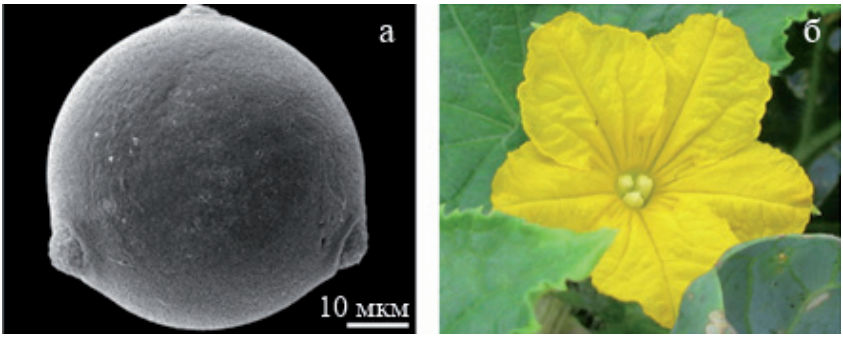


Рис. 1.5. Огірок посівний *Cucumis sativus* L.
(а – полярний знімок пилкового зерна без фіксації препарату (PalDat); б – знімок оцвітини представника виду)

При дослідженнях пилкових зерен розміру large, виявлено гаметофіти, які мають специфічну будову і в повздовжньому промірі понад 100 мкм (рис. 1.6).

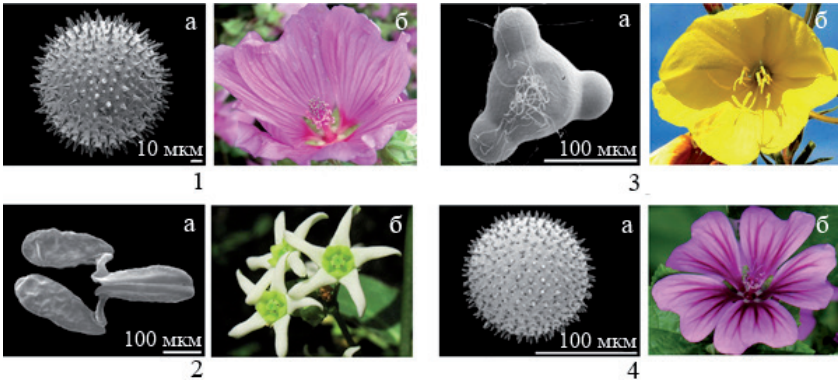


Рис. 1.6. Види рослин з пилковими зернами very large
Примітка. 1 – лаватера тюрінгська *Lavatera thuringiaca* L.; 2 – ластовень лікарський *Vincetoxicum hirundinaria* L.; 3 – енотера дворічна *Onagra biennis* Scop; 4 – калачики лісові Malva sylvestris L.; а – полярний знімок пилкового зерна без фіксації препарату (PalDat); б – знімок оцвітини представника виду.

Провівши мікроскопічні дослідження пилкових зерен нами встановлено, що їх розмір є важливою класифікаційною ознакою. Це пояснюється тим, що класифікаційні групи в досліджених препаратах нараховують найбільшу кількість представників рослин порівняно з іншими відмінними ознаками. Так, серед медоносних рослин, представники з дрібними пилковими зернами зустрічаються досить рідко, на відміну від тих що мають середні за розміром гаметофіти. Для продуктивних медоносів і пилконосів характерні зерна розміром medium, тому в дослідних препаратах їх виявлено найбільше. Саме ці рослини є найбільш

розповсюдженими медоносами Лісостепової зони України. Встановили, що великі пилкові зерна мають специфічну морфологічну будови і властиві лише для ентомофільних рослин, тому їх легко ідентифікувати в обніжжі.

Нами з'ясовано, що багато видів рослин Лісостепової зони мають подібну форму пилкових зерен. На підставі порівняння подібних гаметофітів цих рослин у сухому і вологому середовищах, їх було згруповано, визначено і описано особливості форми.

Досліджуючи пилкові зерна медоносних рослин Лісостепової зони, виявили вісім основних форм пилкових зерен: сферична, еліптична, циліндрична, овальна, овально-продовгувата, трикутна, шестикутна і багатокутна. Визначено наступні особливості цих форм (рис. 1.7).

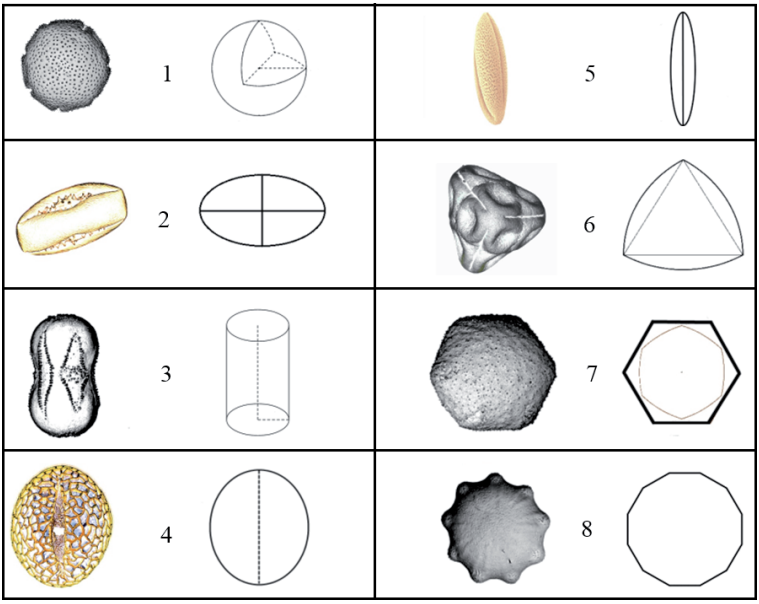


Рис. 1.7. Форми пилкового зерна
(мікрофото, схематичне зображення).
Примітка. 1 – сферична, 2 – еліптична, 3 – циліндрична, 4 – овальна; 5 – овально-продовгувата, 6 – трикутна, 7 – шестикутна, 8 – багатокутна.

Сферична форма зерна – це форма виступи екзини якої, рівновіддалені від центру пилкового зерна.

Еліптична форма – наближена до сферичної, але лінія обрамлення її екзини утворює випадіння крайніх точок по ширині зерна.

Циліндрична форма притаманна зернам, крайні точки екзини яких утворюють відкритий циліндр.

Овальна форма – це форма зерна, крайні точки екзини якого утворюють замкнену опуклу лінію. При цьому, під опуклістю розуміли властивість кривої мати з будь-якою прямою не більше двох спільних точок. Відмінність овальної форми із еліптичною полягає в тому, що остання має не однакові площини проглядання під мікроскопом. Це відбувається в результаті того, що латеральні утворення екзини, які проглядаються в другій площині, на 10–20 мкм менші в порівняні із центральними виступами, які було помітно в першій площині.

Овально-продовгувата форма подібна до овальної, проте апікальні крайні точки екзини дещо віддалені від центру пилкового зерна. Трикутна форма – це форма зерна, виступи екзини якого утворюють три точки, що не лежать на одній прямій, і три відрізки, що їх нерозривно сполучають.

Шестикутна форма – це форма зерна, виступи екзини якого утворюють шість апікальних крайніх точок у проксимальній площині.

Багатокутна форма – це форма пилкового зерна, виступи екзини якого утворюють більше шести апікальних крайніх точок у будь-якій площині.

Зустрічаються змішані форми пилкових зерен, наприклад, округла з виступами апертур, що утворюють трикутник, як в огірка посівного (*Cucumis sativus* L.) (рис. 3.5). Визначено, що знаючи розмір і форму пилкового зерна, можна вважати його ідентифікацію вірною на 50 %.

Зважаючи на подібність багатьох видів рослин за формою пилкових зерен та велику кількість представників у групах за попередньо визначеними класифікаційними ознаками, виникла потреба детальних морфологічних досліджень і виявлення додаткових характеристик за якими можливо відрізняти гаметофіти.

В результаті мікроскопічних досліджень було встановлено, що пилкові зерна можливо ідентифікувати за особливостями будови та розміщення апретур. У загальному обсязі, пилкові зерна мають від однієї до шестити апертур (трапляється більше). Встановлено, що для декоративних квітучих рослин і чагарників характерні пилкові зерна з однією апертурою.

Досліджені пилкові зерна Лісостепової зони з однією апертурую переважно мали сферичну, еліптичну, овальну і овально-продовгувату форми (рис. 1.8).

Пилкові зерна з однією апертурою у водному середовищі (розчині меду) мають приховані зародкові виступи (рис. 1.8 – 1). За збільшення ок. 16 х об. 100 під мікроскопом визначили апертуру у вигляді незначного виступу екзини (рис. 1.8 – 2). Встановлено, що в сухому вигляді (у складі бджолиного обніжжя), можливо побачити лише складки утворені екзиною (рис. 1.8 – 3).

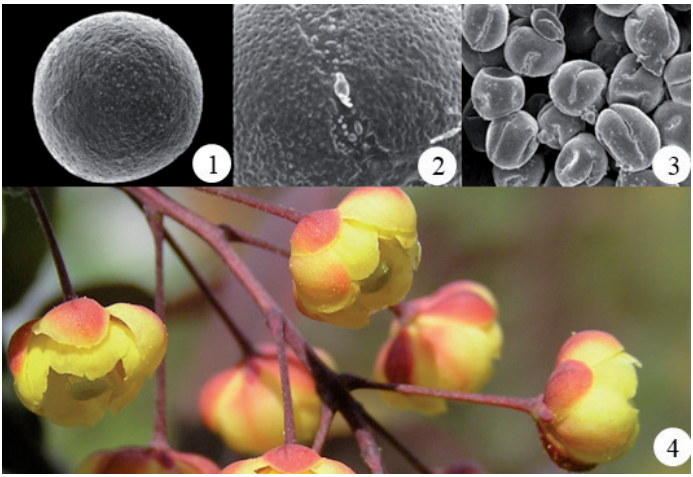


Рис. 1.8. Пилкове зерно з однією апертурою – барбарис Тюнберга *Berberis thunbergii*
Примітка. 1 – загальний вигляд (PalDat); 2 – апертура (PalDat); 3 – вигляд апертури на сухих зернах (PalDat); 4 – суцвіття рослини.

Переважна кількість гаметофітів медоносних рослин має 3 зародкові виступи (рис. 1.9). Зазвичай, у сухому вигляді такі пилкові зерна мають трикутну, еліптичну, циліндричну чи овально-продовгувату форму, рідше сферичну. При цьому, у пилкових зерен з трьома апертурами трикутної форми трапляються випуклі зародкові нитки навіть у сухому стані. В інших зерен, вони мають лише кратерну чи приховану будову у вигляді складок екзини (рис.1.9 – 3).

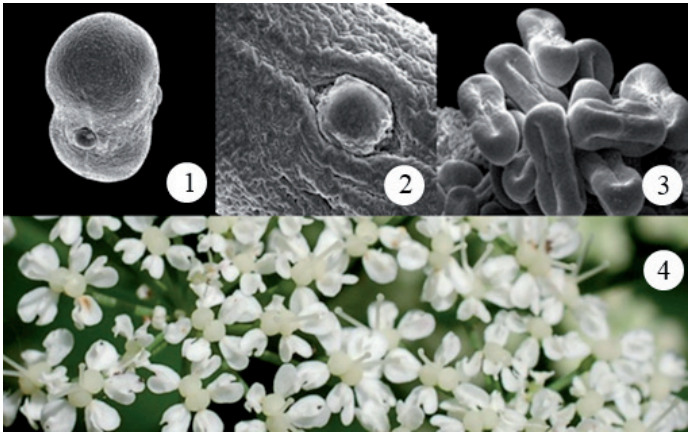


Рис. 1.9. Пилкове зерно з трьома апертурами – яглиця звичайна *Aegopodium podagraria*
Примітка. 1 – загальний вигляд (PalDat); 2 – апертура (PalDat); 3 – вигляд апертур на сухих зернах (PalDat); 4 – суцвіття рослини.

Серед досліджених рослин, 3 апертури мали пилкові зерна гречки посівної *Fagopyrum sagittatum* Libib; липи широколистої *Tilia platyphyllos* Scop; липи дрібнолистої *Tilia cordata* Mill; ріпаку *Brassica napus* L.; льонку дроколистого *Linaria genistifolia* L. Mill; купальниці Європейської *Trollius altissimus* Crantz; фацелії пижмолистої *Phacelia tanacetifolia* Benth; сідача конопляного *Eupatorium cannabinum* L.; барвінку трав'янистого *Vinca herbacea* Waldst. & Kit; головатня звичайного *Echinops ritro* L.; огірка посівного *Cucumis sativus*; енотери дворічної *Onagra biennis* Scop.

Визначено, що велику кількість апертур мають лікарські рослини (від чотирьох і більше), серед них майже всі медоносні та пилконосні рослини. Пилкові зерна у яких виявили чотири апертури, мали сферичну, округлу і еліптичну форми. Гаметофіти з п'ятьма апертурами траплялися серед усіх форм, на відміну від тих що мали 6 апертур, які були шестикутні або багатокутні. Пилкові зерна, які мають більше шести апертур виявляли рідше (рис. 1.10).

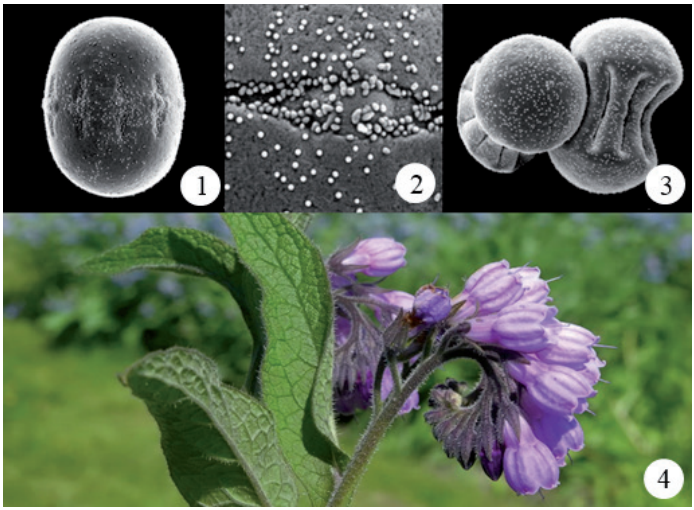


Рис. 1.10. Пилкове зерно з десятьма апертурами – живокосту лікарського *Symphytum officinale*
Примітка. 1 – загальний вигляд (PalDat); 2 – апертура (PalDat); 3 – вигляд апертур на сухих зернах (PalDat); 4 – суцвіття рослини.

При мікроскопічних дослідженнях апертур пилкових зерен, встановили, що вони можуть розміщуватись у різних місцях екзини. За цього спостерігали подібність їх розміщення на пилкових зернах деяких видів рослин. Так, визначено, що апретури на площі зерна можуть розміщуватися симетрично чи асиметрично.

Досліджено залежність між симетрією оцвітини квітки і пилковим зерном.

Залежно від кількості площин симетрії, які можливо прокласти через оцвітину, розрізняють актиноморфні та зигоморфні симетричні квітки. У рослин з актиноморфними (правильними) квітками пилкове зерно, як і оцвітина має декілька площин симетрії (рис. 1.11).

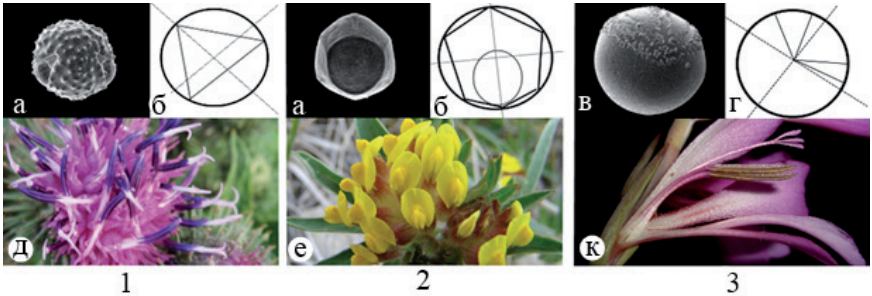


Рис. 1.11. Симетричність розміщення апертур

Примітка. 1 – симетричне, актиноморфне – лопух павутинчастий (*Arctium tomentosum* Mill); 2 – симетричне, зигоморфне – конюшина заяча багатоквіткова (*Anthyllis polyphylla* W. Et. Kit.); 3 – асиметричне – косарики черепитчасті (*Gladiolus imbricatus* L.); а – загальний вигляд симетричного пилкового зерна (PalDat); б – схематичне відображення симетричного пилкового зерна; в – загальний вигляд асиметричного пилкового зерна (PalDat); г – схематичне відображення асиметричного пилкового зерна; д, е, к – суцвіття рослин.

У більшості випадків пилкові зерна з актиноморфним симетричним розміщенням апертур належать рослинам родин гвоздичних (Caryophyllaceae Juss), розових (Rosaceae), зонтичних (Umbellferae), шорстколистих (Boraginaceae), пасльонових (Solanoideae) та дзвоникових (Campanulaceae Juss). У рослин із зигоморфними квітками через пилкове зерно (як і оцвітину) можна провести лише одну площину симетрії, яка ділить його на дві частини. Взагалі, зигоморфні квітки виникли в результаті пристосування рослин до запилення їх певними комахами, які проникають у середину її оцвітини тільки з однієї позиції і при цьому обов'язково торкаються екзоскелетом до тичинок і приймочки маточки. Це представники родин бобових (Fabaceae) та губоцвітих (Lamiales). Асиметричне розміщення апертур характерне для рослин з асиметричною оцвітиною, в основному це декоративні чи гібридні рослини. Визначення симетричності розміщення апертур значно полегшує ідентифікацію зерен, тому цю морфологічну ознаку також вносимо до класифікатора.

За детального дослідження апертур нами виявлено відмінності в їх формі. На початку досліджень ми вважали, що відмінності у формі апертур зумовлені середовищем в якому знаходиться зерно. Так, у сухому стані апертури приховані, а у вологому випуклі та бувають лише двох видів – шаровидні і нитковидні. Однак,

під час проростання пилкового зерна будь-яка апертура перетворюється на нитковидну (випускає зародкову нитку).

Аналізуючи літературні джерела [94, 98], встановлено, що пилкове зерно потрапляючи на тіло комахи, під впливом феромонів пахучої залози, припиняє свій розвиток. У результаті цього, апретура не вистрілює зародкову нитку і залишається в незмінному стані. Завдяки цій особливості форма апретур залишається незміною від моменту потрапляння пилку на екзоскелет бджоли і до складання обніжжя у комірки стільників.

У результаті цього є можливість ідентифікувати пилкові зерна за формою апертур. Так, ми спостерігали, що в сухому стані, у деяких видів, зустрічаються добре виражені випуклі апертури, які зумовлюють форму зерна. Зміни форми апретур та утворень екзини пилкових зерен під час перетвореннь, які відбуваються в перзі, потребують додаткових досліджень.

Було відмічено, що для зерен деяких видів рослин характерні апертури, які набухають у водному середовищі або під час дозрівання. У подальших дослідженнях будови апертур нами було проаналізовано три їх форми, – це випукла, прихована та кратерна (рис. 1.12).

Випукла форма апертур характеризується випинанням зародкового горбика над загальною площею утворень екзини (рис. 1.12 – 1). Так, встановлено, що випуклі апертури мають вигляд напівсфер з гладенькою поверхнею. Вони найчастіше зустрічаються в непарній кількості на пилкових зернах серед медоносних рослин. Це зерна сферичної, овальної, трикутної форми, які мають по три випуклі апертури.

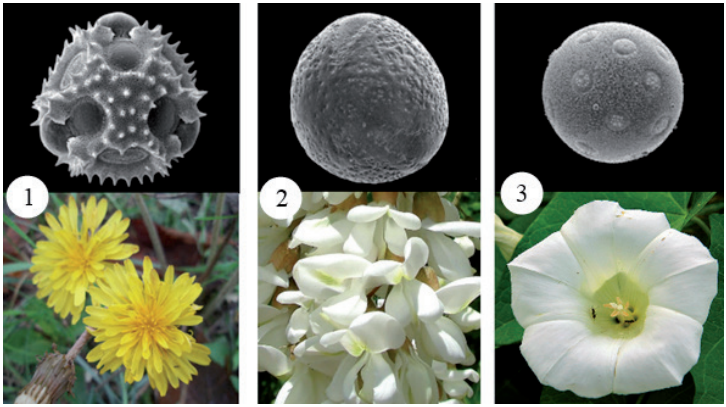


Рис. 1.12. Форми апертур

Примітка. «Зображення пилкових зерен - PalDat»; знімок фотокамерою Sony Alpha SLT–A55. 1 – випукла (нечуйвітер волохатенький *Hieracium pilosella* L.); 2 – прихована (акація біла *Robinia pseudoacacia* L.); 3 – кратерна (плетуха звичайна *Calystegia sepium* L. K. Br.).

Приховані за формою апертури не виступають над загальною площею утворень екзини (рис. 1.12 – 2). Вони візуально зливаються з утвореннями екзини, але під час детального мікроскопічного дослідження можливо помітити, що поверхня зерна, де розміщена апертура гладенька і не містить пор, виямок чи інших утворень, які характерні для основної площі екзини.

Кратерні за формою апертури різноманітні за будовою. Вони утворюють виямки різної форми та глибини і таким чином формують рисунок на поверхні зерна (рис. 1.12 – 3). Зважаючи на різноманіття зерен із кратерними апертурами, було можливо їх розділити за утвореними рисунками на поверхні гаметофітів на борозенчасті та округлі. Проте, у зв'язку із відсутністю системності проявлення цієї ознаки було не доцільно вносити її в класифікатор. Отже, визначено 3 додаткові класифікаційні ознаки – кількість, форма і симетричність розташування апертур.

Різноманітні утворення на поверхні пилкового зерна формують екзина та інтина, вони забезпечують фіксацію пилку на тілі бджоли і на приймочці маточки.

У ході досліджень нами визначено 10 основних типів структури поверхні зерна, – це пориста, канавчаста, кратерна, зморшкувата, хвиляста, гладенька, шипувата, гачкувата, горбиста, голчаста (рис. 1.13).

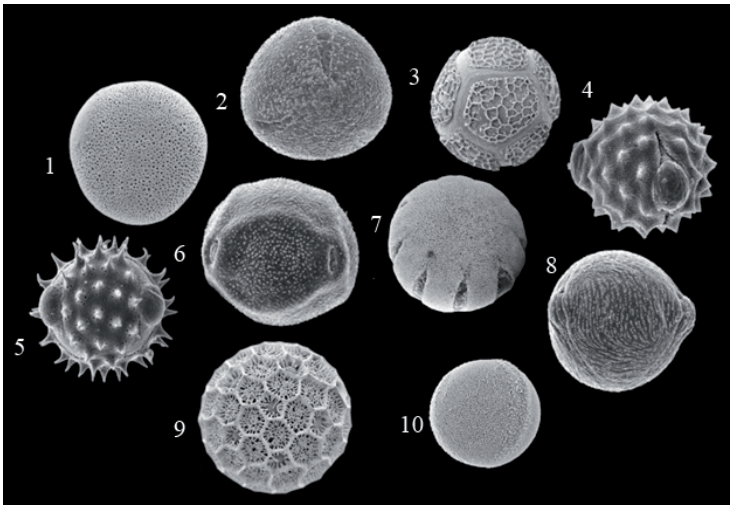


Рис. 1.13. Різновиди структури екзини (PalDat)
Примітка. 1 – пориста (спаржа лікарська *Asparagus officinalis* L.); 2 – горбиста (дуб звичайний *Quercus Robur* L.); 3 – канавчаста (півники болотяні *Iris pseudacorus* L.); 4 – шипувата (будяк акантовидний *Carduus acanthoides* L.); 5 – голчаста (золотарник звичайний *Solidago virgaurea* L.); 6 – гачкувата (вільха сіра *Alnus incana* L.); 7 – зморшкувата (огіркова трава лікарська *Borago officinalis* L.); 8 – хвиляста (родовик лікарський *Sanguisorba officinalis* L.); 9 – кратерна (флокс друмонда *Phlox drummondii* Hook); 10 – гладенька (парентучелія широколиста *Parentucellia latifolia* L.).

Гладенька поверхня пилкових зерен названа умовно, адже вона не є ідеально рівною, а лише візуально здається такою під час розгляду за збільшення світлового мікроскопу. Проте, за збільшення в десятки тисяч разів електронного мікроскопа, можна виявити мікропори чи виступи (рис. 1.14).

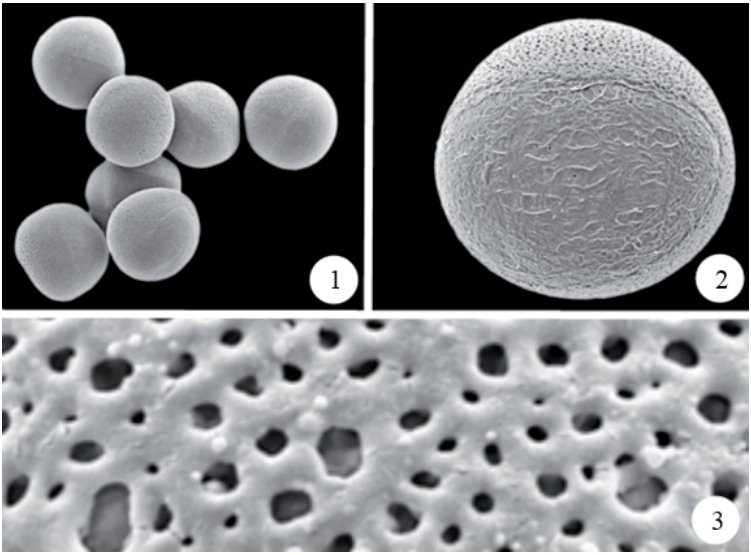


Рис. 1.14. Пилкові зерна парентучелії широколистої *Parentucellia latifolia*
Примітка. 1 – поверхня зерен у сухому середовищі (PalDat); 2 – загальний вигляд поверхні зерна (PalDat); 3 – пори на поверхні зерна (PalDat).

Ймовірно, гладенька структура поверхні пилкового зерна зумовлена тим, що інтина товща за екзину. Це досить рідко трапляється серед ентомофільних рослин, така ознака зазвичай характерна для анемофільних представників флори.

Пориста структура характеризується наявністю по всій площі поверхні зерна мікропор різних розмірів. Така структура поверхні притаманна більшості зерен розміром medium. Горбиста структура поверхні характеризується незначним вип'ячуванням екзини у вигляді горбиків. За умови прояву виразних, різних за формою і розміром западин на зерні, структуру поверхні визначили як канавчасту.

Шипувату структуру поверхні формують утворення екзини у вигляді шипів, голчасту – голок, а гачкувату – мікроскопічних гачечків, які проглядаються під мікроскопом за збільшення ок. 16 х об. 100. Зморшкувату структуру поверхні пилкових зерен формують майже не помітні зморшки екзини.

Хвилясту структуру утворюють мікроскопічні гребені на поверхні зерна, які розміщуються у хвилеподібному порядку. Кратерна структура поверхні зерна має умовно однакові глибокі виямки різної геометричної форми.

Слід зазначити, що між структурою поверхні і формою зерна існує певна залежність. Наприклад, у зерен циліндричної та овально-продовгуватої форми, ми не спостерігали на екзині утворень голок, шипів, гачечків. Зерна трикутної форми не бувають з хвилястою чи кратерною поверхнею. При дослідженнях пилкових зерен, однотипна структура екзини зустрічалась рідко. Переважно, це поєднання декількох видів, наприклад пористо-шипувата, канавчасто-кратерна, голчасто-зморшкувата та інші.

Виявлено, що пилкові зерна мають забарвлення, яке підсилюється в загальній масі пилку сформованого обніжжя. Зустрічаються й види медоносних рослин з не пігментованими гаметофітами і пиляками. У переважної більшості пилкових зерен під час розгляду за збільшення світлового мікроскопу (ок. 16 х об. 10) проглядається забарвлення, яке варіює від світло-жовтого до чорного.

Яскравим прикладом є пилок софори японської (*Sophora japonica* L.) У загальному зборі обніжжя з софори має темно-малинове забарвлення, а під світловим мікроскопом колір зерен світло-фіолетовий.

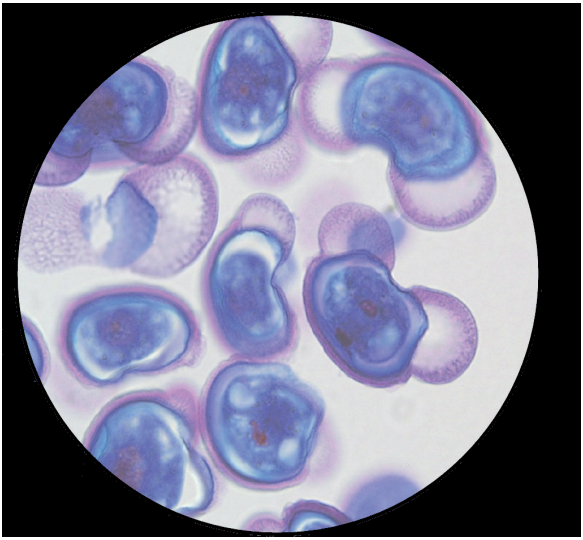


Рис. 1.15. Характерна будова пилкових зерен родини Соснові *(Pinaceae)*

Пилкові зерна деяких рослини мають наскільки інтенсивне забарвлення, що під час розгляду за збільшення електронним мікроскопом у 1000 разів і обстежені неозброєним оком, колір проглядається в однаковій мірі. Серед таких рослин – соняшник звичайний – *Helianthus annus* L., фацелія пижмолиста – *Phacelia tanacetifolia* Benth., проліска дволиста – *Scilla bifolia* L., гіркокаштан червоний –

Aesculus pavia L. Це дозволяє ідентифікувати їх у препараті зерен без особливих зусиль, адже у більшості випадків такі гаметофіти мають добре виражену форму і структуру екзини.

Завдяки великим розмірам та інтенсивній пігментації пилку соняшника звичайного – *Helianthus annus* L., колір зерен помітний неозброєним оком. Так, жовте забарвлення його пилку видно на частинах тіла бджоли, які відвідують суцвіття, окремих пиляках, андроцеї, а також за різних режимів мікроскопічного дослідження (рис. 1.16).

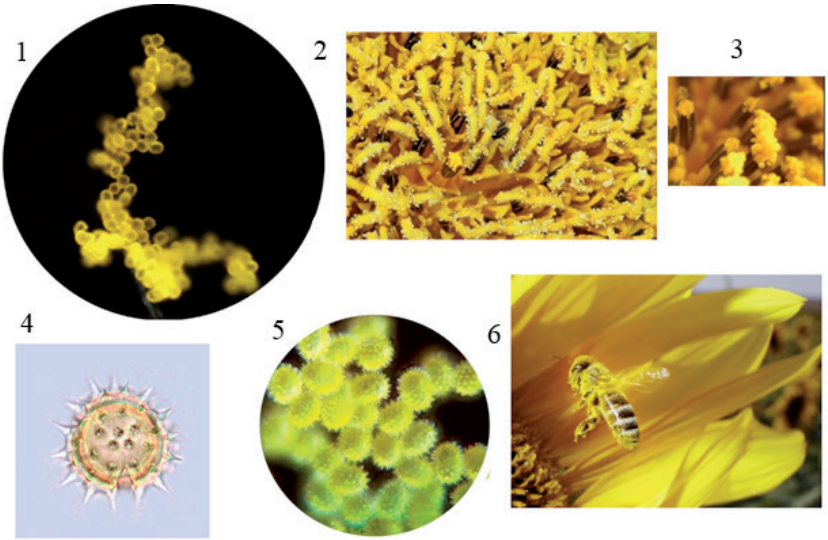


Рис. 1.16. Забарвлення пилкових зерен соняшника звичайного *Helianthus annus*
Примітка. 1 – за збільшення на електронному мікроскопі; 2, 3 – пилок на тичинках рослин (знімки фотокамерою); 4 – за збільшення під світловим мікроскопом; 5 – за збільшення на електронному мікроскопі; 6 – пилок на екзоскелеті бджоли (знімок фотокамерою).

Характерним для більшості рослин є підвищення інтенсивності забарвлення обніжжя порівняно із пилковими зернами, завдяки змішуванню з нектаром рослини з якого воно зібране та із секретом слинних залоз бджіл. На рисунку 1.17 подано види обніжжя, пилкові зерна яких у нативному стані мають світло-жовте забарвлення з різними відтінками, але за змішування з нектаром і формуванні грудочки, обніжжя набуває інтенсивнішого кольору. Помічено, що деякі пилкові зерна під час формування в грудочки взагалі набувають іншого забарвлення. У більшості випадків, прозорі пилкові зерна в обніжжі набувають жовтого чи білого забарвлення з різними відтінками.

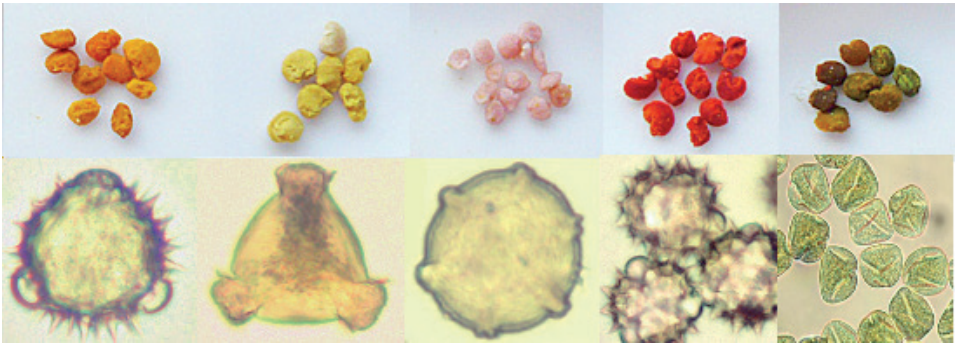


Рис. 1.17. Порівняння кольору обніжжя та зерен однакового ботанічного походження

Досліджуючи пилкові зерна в різних середовищах визначили і описали їх основні відмінні і подібні ознаки. Групуванням пилкових зерен здійснили систематизацію їх спільних ознак і морфологічних параметрів, що дало змогу розробити класифікатор для ідентифікації гаметофітів рослин Лісостепової зони України (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Класифікатор пилкових зерен

<table>
<tr><th>№</th><th>Показник</th><th colspan="7">Класифікація</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Розмір (довжина), мкм</td><td colspan="2">дрібні (до 10 мкм)</td><td colspan="2">середні (від 10 до 50 мкм)</td><td colspan="2">великі (понад 50 мкм)</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Форма зерна</td><td colspan="7">сферична, еліптична, циліндрична, овальна, овально-продовгувата, трикутна, шестикутна, багатокутна</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Кількість апертур</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>>6</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Розміщення апертур</td><td colspan="3">симетричне</td><td colspan="4">асиметричне</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Форма апертур</td><td colspan="2">випукла</td><td colspan="2">прихована</td><td colspan="3">кратерна</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Структура екзини</td><td colspan="7">пориста, канавчаста, кратерна, зморшкувата, хвиляста, гладенька, шипувата, гачкувата, горбиста, голчаста</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Забарвлення зерна</td><td colspan="7">колір нативного пилку, що відповідає виду рослин</td></tr>
<tr><td colspan="2">Загальний вигляд</td><td colspan="7">фото (рисунок), збільшення мікроскопа</td></tr>
</table>

Розроблений класифікатор включає комплекс морфологічних ознак за якими можливо здійснювати визначення видового походження пилкових зерен, а саме: розмір і форма зерна; симетричність розміщення, кількість і форма апертур; структура екзини і забарвлення зерна, а також числові критерії оцінки деяких з них. Визначення походження пилкових зерен слід здійснювати відповідно до послідовності зазначених ознак оцінювання у класифікаторі. Спочатку необхідно встановити розмір і форму зерен пилку, у подальшому оцінити їх за особливостями будови і розміщенням апертур, уточнити їх видове походження за структурою екзини і кольором гаметофіта.

Отже, розроблений класифікатор містить сім критеріїв морфологічної оцінки пилкових зерен і значно полегшує процес ідентифікації походження продукції бджільництва.

1.3. Бджолине обніжжя з різних видів рослин

Відомо, що для кожного виду рослин характерні пилкові зерна особливої форми та розміру. Бджола формує їх у грудочки і таким чином утворює обніжжя. Таким чином, й окремі пилкові грудочки можуть відрізняються за морфометричними ознаками.

Встановили відмінності морфологічних параметрів і маси (що вказує на щільність укладання зерен у кошик), сформовані обніжки різних видів медоносних рослин. Від піддослідних сімей впродовж пасічницького сезону відібрали обніжжя, яке розподілили на 10 груп за періодом збору та ботанічним походженням. За основними морфологічними параметрами та масою були оцінені 20 випадково відібраних обніжок із кожної групи.

Результати вимірювань показали, що довжина обніжжя варіює в діапазоні від 2,7±0,13 мм до 3,7±0,12 мм, відповідно ширина від 2,1±0,15 мм до 3,0±0,13 мм і маса від 4,9±0,17 мг до 12,6±0,61 мг (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Мінливість морфологічних ознак бджолиного обніжжя (n=20)

Номер групи	Морфологічна ознака обніжжя					
	довжина, мм		ширина, мм		маса, мг	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
1	3,0±0,22	16,90	2,1±0,15	10,03	5,5±0,42	34,69
2	2,9±0,12	10,03	2,2±0,07	7,46	5,5±0,20	17,01
3	2,9±0,09	7,63	2,3±0,10	9,71	5,5±0,23	18,69
4	2,9±0,09	7,76	2,3±0,07	7,54	5,6±0,40	32,51
5	3,0±0,10	7,86	2,4±0,12	11,60	4,9±0,17	15,48
6	2,7±0,13	11,45	2,1±0,17	18,81	6,5±0,52	36,21
7	3,6±0,10	6,57	2,9±0,10	8,56	12,0±0,40	15,03
8	3,7±0,12	7,71	3,0±0,13	10,13	12,6±0,61	21,83
9	3,1±0,11	6,19	3,0±0,14	9,31	6,8±0,14	9,31
10	2,9±0,12	9,68	2,6±0,08	7,46	7,8±0,41	23,75

Коефіцієнт варіації довжини і ширини обніжжя вказує на низьку (6,19–9,71) і помірну (10,03–18,81) мінливість цих морфологічних ознак. Ймовірно, що розміри обніжки залежать від морфологічних ознак кошика для збору білкового корму, тому ступінь їх мінливості не перевищує 19 %. Оцінюючи масу бджолиного обніжжя

в більшості випадків встановили помірну (15,03–36,21) мінливість цього показника. З метою визначення лінійної залежності між основними ознаками обніжжя різних видів медоносних рослин провели кореляційний аналіз (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Лінійна залежність між основними ознаками обніжжя з різних видів рослин (n=20)

Група	Показник		
	довжина – ширина	довжина – маса	ширина – маса
1	0,565	0,649	0,692
2	0,649	0,598	0,684
3	0,399	0,534	0,518
4	0,324	0,626	0,429
5	0,325	0,612	0,768
6	0,836	0,873	0,940
7	0,273	0,367	0,367
8	0,437	0,319	0,609
9	0,281	0,319	0,710
10	0,283	0,426	0,660

З матеріалів таблиці 1.3 видно, що у всіх випадках між досліджуваними ознаками була виявлена позитивна кореляція. Визначено, що бджолине обніжжя може мати меншу і більшу мінливість ознак, залежно від виду рослин, з якого воно зібране. Під час дослідження обніжжя з групи 6 було виявлено високу позитивну залежність, між довжиною і шириною (r = 0,836), довжиною і масою (r = 0,873) та шириною і масою (r = 0,940). Навпаки, у зразку 10, одного з видів рослин було визначено низьку позитивну залежність між довжиною і шириною (r = 0,283), помірну позитивну залежність між довжиною і масою (r = 0,426) та високу позитивну залежність між шириною і масою (r = 0,660). Це вказує, що ідентифікувати вид обніжжя можливо не лише за його біохімічним складом, але й морфологічними ознаками.

Отже, довжина, ширина і маса обніжжя може слугувати ознакою для визначення видового походження обніжжя. Особливо різняться за масою та формою обніжки з квітів рослин, які виділяють лише пилок. Окрім цього, у межах кожного з видів рослин виявили різні ступені мінливості морфологічних ознак обніжки, що вказує на нерівномірне відвідування їх бджолами в природі. Тобто, бджоли приносять обніжжя різного походження не в однаковій кількості і різних ступенів сформованості.

Вченими було встановлено відмінності у складі загального збору обніжжя у різні

періоди заготівлі відповідно до термінів цвітіння видів рослин (табл. 1.4). Окрім того, кожна сім'я приносить у гніздо різну за ботанічним походженням обніжку залежно від потреби сім'ї у тих чи інших речовинах.

Таблиця 1.4

Видовий склад бджолиного обніжжя по періодах відбору
(Голосіївська пасіка, 2002 рік), % (n=15), (Локутова, 2006)

Рослини	Період збору				
	I			II	III
	16.04-18.04	25.04-27.04	4.05-6.05	15.05-17.05	7.06-9.06
Абрикос *(Armeniaca vulgaris)*	5,3±0,87	-	-	-	-
Вишня звичайна *(Cerasus vulgaris)*	29,8±1,58	3,9±0,63	-	-	-
Слива домашня *(Prunus domestica)*	11,4±0,83	7,5±0,9	-	-	-
Клен гостролистий *(Acer platanoides)*	18,6±0,86	7,6±0,39	6,3±0,31	-	-
Груша звичайна *(Pyrus communis)*	7,3±0,92	39,5±1,13	4,7±0,66	-	-
Верби *(Salix)*	18,2±0,56	7,1±0,48	-	-	-
Черешня *(Cerasus avium)*	2,3±0,45	-	-	-	-
Яблуня домашня *(Malus domestica)*	2,0±0,37	9,2±0,61	40,7±1,62	-	-
Ріпак *(Brassica napus)*	0,7±0,24	5,0±0,25	7,1±0,48	-	-
Кульбаба *(Taraxacum officinale)*	0,7±0,24	14,6±0,9	19,3±0,51	12,6±0,65	-
Дуб звичайний *(Quercus robur)*	-	2,5±0,5	9,7±0,68	14,2±0,31	-
Клен татарський *(Acer tataricum)*	-	-	-	8,0±0,57	-
Гіркокаштан *(Aesculus hippocastanum)*	-	-	9,3±0,63	30,5±0,65	-
Горіх волоський *(Juglans regia)*	-	-	-	5,6±0,39	-
Суріпиця *(Barbarea vulgaris)*	-	-	-	13,6±0,72	20,3±0,62
Малина садова *(Rubus ideus)*	-	-	-	7,1±0,38	5,0±0,32
Жимолость *(Lonicera tatarica)*	-	-	-	4,7±0,3	-
Аморфа кущова *(Amorpha fruticosa)*	-	-	-	-	32,6±0,94
Фацелія *(Phacelia tanacetifolia)*	-	-	-	-	6,7±0,5
Яглиця *(Aegopodium podagraria)*	-	-	-	-	13,0±0,62
Гледичія *(Gleditschia triacanthos)*	-	-	-	-	14,7±0,91
Липа широколиста *(Tilia cardifolia)*	-	-	-	-	3,9±0,26
Інші	2,9±0,09	3,1±0,09	2,9±0,17	3,7±0,13	3,8±0,15

Отже, квітковий пилок є єдиним джерелом білкового корму для бджиної сім'ї у різні періоди її життєдіяльності. Бджоли для заготівлі його запасів неодаково використовують пилок різних види рослин, що зумовлено термінами квітування, станом та потребами сім'ї. У зв'язку з цим отримане обніжжя, має відмінності у ступені сформованості, масі і морфологічних параметрах пилкової грудочки.

Найшвидшим, однак приблизним способом визначення видового походження бджолиного обніжжя є його забарвлення. У таблиці 1.5 подано узагальнену інформацію з наукових джерел про забарвлення обніжжя залежно від ботанічного походження.

Таблиця 1.5

Колір бджолиного обніжжя (узагальнено з літературних джерел)

Назва виду рослини		Колір пилкової грудочки
1	2	3
Абрикос звичайний	*Prunus armeniaca* L.	коричнево-жовтий, темно-червоний
Аґрус відхилений	*Ribes uva-crispa* L.	жовтий
Айва звичайна	*Cydonia oblonga* Mill.	жовтий
Айстра альпійська	*Aster alpinus* L.	жовто-кораловий
Алича	*Prunus cerasifera* Ehrh.	світло-коричневий
Амі зубна	*Ammi visnaga* (L.) Lam	брудно-білий, рожевий
Аморфа кущова	*Amorpha fruticosa* L.	темно-червоний
Анемона дібровна	*Anemone nemorosa* L.	блідо-жовтий
Астра чагарникова	*Symphyotrichum dumosum* (L.) G.L.Nesom	бронзово-жовтий
Берека	*Sorbus torminalis* (L.) Crantz	зелений
Берест	*Ulmus minor* Mill.	блідо-сірий
Берізка польова	*Convolvulus arvensis* L.	білий
Билинець комарниковий	*Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br.	сірувато-чорний
Біб кінський	*Vicia faba* L.	сіро-коричневий
Борщівник сибірський	*Heracleum sphondylium* L. subsp. sibiricum (L.) Simonk.	темно-жовтий
Бруква	*Brassica napobrassica(L.),* Philip Miller	блідо-жовтий
Бузок звичайний	*Syringa vulgaris* L.	восково-жовтий
Буркун білий	*Melilotus albus* Medik.	жовтий, темно-жовтий
Буркун лікарський	*Melilotus officinalis* (L.) Pall.	золотисто-жовтий
В’язіль валенсійський	*Coronilla valentina* L.	брудно-жовтий
Валер'яна лікарська	*Valeriana officinalis* L.	білий
Вейгела садова	*Weigela hortensis* (Siebold & Zucc.) K.Koch	попелясто-сірий
Верба біла	*Salix alba* L.	поступово жовтіючий
Верба вушката	*Salix aurita* L.	лимонний
Верба гостролиста	*Salix acutifolia* Willd.	лимонно-жовтий
Верба козяча	*Salix caprea* L.	лимонно-жовтий
Верба п’ятитичинкова	*Salix pentandra* L.	лимонний
Верба попеляста	*Salix cinerea* L.	лимонно-жовтий
Верба прутовидна	*Salix viminalis* L.	лимонний

Назва виду рослини		Колір пилкової грудочки
1	2	3
Верба пурпурова	*Salix purpurea* L.	лимонний
Верба тритичинкова	*Salix triandra* L.	лимонний
Вишня звичайна	*Prunus cerasus* L.	колір кориці, темно-жовтий
Вишня степова	*Prunus fruticosa* Pall	оливково-зелений
Вільха сіра	*Alnus incana*	гнідо-жовтий
Вільха чорна	*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.	помаранчевий
Волошка лучна	*Centaurea jacea* L.	коричневий
В'язіль барвистий	*Securigera varia* (L.) Lassen	брудно-жовтий
Галега східна	*Galega orientalis* Lam.	темно-червоний
Гарбузи звичайні	*Cucurbita pepo* L.	помаранчевий
Гикавка сіра	*Berteroa incana* (L.) DC.	світло-жовтий
Гіацинт східний	*Hyacinthus orientalis* L.	від блідо-жовтого до солом'яно-жовтого
Гіркокаштан звичайний	*Aesculus hippocastanum* L.	темно-червоний
Гіркокаштан криваво-м'ясний	*Aesculus* × carnea Zeyh.	бордово-коричневий
Гірчак сахалінський	*Reynoutria sachalinensis* (F.Schmidt) Nakai.	брудно-білий
Гірчиця біла	*Sinapis alba* L.	лимонний
Гірчиця польова	*Sinapis arvensis* L.	лимонно-жовтий
Гісоп лікарський	*Hyssopus officinalis* L.	фіолетовий, сіро-кремовий
Глід звичайний	*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.	колір кориці, темно-жовтий
Глуха кропива стеблообгортна	*Lamium amplexicaule* L.	пурпурово-червоний
Головатень круглоголовий	*Echinops sphaerocephalus* L.	брудно-білий
Гречка звичайна	*Fagopyrum esculentum* Moench	світло-жовтий, зеленувато- жовтий
Груша звичайна	*Pyrus communis* L.	червоно-жовтий
Дзвоники персиколисті	*Campanula persicifolia* L.	світло-жовтий
Дивина ведмеже вухо	*Verbascum thapsus* L.	світло-жовтий
Диня посівна	*Cucumis melo* L.	жовтий
Дуб звичайний	*Quercus robur* L.	жовто-зелений
Дягель лікарський	*Angelica archangelica* L.	сірувато-жовтий
Еспарцет виколистий	*Onobrychis viciifolia* Scop.	жовто-коричневий, кремовий
Ехінацея пурпурова	*Echinacea purpurea* (L.) Moench.	жовто-коричневий
Жимолость татарська	*Lonicera tatarica* L.	глиняно-жовтий, темно-жовтий
Жовтофіоль садова	*Erysimum* × cheiri (L.) Crantz	сірувато-жовтий
Жовтушник лакфіолевидний	*Erysimum cheiranthoides* L.	лимонно-жовтий

Назва виду рослини		Колір пилкової грудочки
1	2	3
Зірочник середній	*Stellaria media* (L.) Vill.	жовтий
Змієголовник молдавський	*Dracocephalum moldavica* L.	жовтий
Золотушник звичайний	*Solidago virgaurea* L.	восково-жовтий
Клен звичайний	*Acer platanoides* L.	оливковий
Клен татарський	*Acer tataricum* L.	сірувато-білий
Клен червоний	*Acer rubrum* L.	сірувато-коричневий
Клен ясенолистий	*Acer negundo* L.	світло-оливковий
Коноплі звичайні	*Cannabis sativa* L.	жовто-зелений
Конюшина багряна	*Trifolium incarnatum* L.	чорно-коричневий
Конюшина гібридна	*Trifolium hybridum* L.	жовтувато-коричневий
Конюшина лучна	*Trifolium pratense* L.	темно-коричневий
Конюшина повзуча	*Trifolium repens* L.	жовтувато-коричневий, каледонський коричневий
Коріандр посівний	*Coriandrum sativum* L.	малиновий
Котяча м’ята	*Nepeta cataria* L.	жовтий
Кремена гібридна	*Petasites hybridus* (L.) "G.Gaertn., B.Mey. & Scherb."	червоно-жовтий
Кріп пахучий	*Anethum graveolens* L.	жовтий
Кульбаба лікарська	*Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg.	червоно-жовтий, помаранчевий
Липа американская	*Tilia americana* L.	від жовтого до світло-помаранчевого
Липа серцелиста	*Tilia cordata* Mill.	цитриновий
Липа широколиста	*Tilia platyphyllos* Scop.	молочно-лимонний
Лілія лісова	*Lilium martagon* L.	охряно-жовтий
Ліщина американська	*Corylus americana* Walter	салатовий
Ліщина звичайна	*Corylus avellana* L.	охряно-жовтий
Лофант анісовий	*Agastache foeniculum* (Pursh) Kuntze.	брудно-білий
Льон-довгунець	*Linum usitatissimum* L.	жовто-зеленний
Льонок звичайний	*Linaria vulgaris* Mill.	жовтий
Люпин багатолистий	*Lupinus polyphyllus* Lindl.	яскраво-помаранчевий
Люцерна посівна	*Medicago sativa* L.	брудно-сірий
М’ята перцева	*Mentha* × piperita L.	жовтий
Мак дикий	*Papaver rhoeas* L.	чорний
Мак опійний	*Papaver somniferum* L.	сірий
Мак східний	*Papaver orientale* L.	попелясто-сірий
Малина звичайна	*Rubus idaeus* L.	сірувато-біла
Материнка звичайна	*Origanum vulgare* L.	коричневий

Назва виду рослини		Колір пилкової грудочки
1	2	3
Меліса лікарська	*Melissa officinalis* L.	світлий, брудно-жовтий, з фіолетовим відтінком
Мигдаль	*Prunus dulcis* (Mill.) D.A.Webb	світло-коричневий
Нарцис білий	*Narcissus poeticus* L.	від блідо-жовтого до солом'яно-жовтого
Огірок звичайний	*Cucumis sativus* L.	жовто-салатовий
Огірочник лікарський	*Borago officinalis* L.	сірий
Ожина несійська	*Rubus nessensis* Hall	свинцево-сірий
Ожина сиза	*Rubus caesius* L.	ржаво-сірий
Персик	*Prunus persica* (L.) Batsch	червоно-жовтий, темно-червоний
Перстач норвезький	*Potentilla norvegica* L.	блідо-помаранчевий
Перстач сріблястий	*Potentilla argentea* L.	помаранчевий
Підбіл звичайний	*Tussilago farfara* L.	білий, світло-жовтий
Підсніжник звичайний	*Galanthus nivalis* L.	темно-синя
Плакун верболистий	*Lythrum salicaria* L.	зелений
Платан західний	*Platanus occidentalis* L.	світло-оливковий
Польові ротики звичайні	*Misopates orontium* (L.) Raf.	яскраво-жовтий
Проліска дволиста	*Scilla bifolia* L.	синій, блакитнуватий
Резеда запашна	*Reseda odorata* L.	цегляно-червоний
Ріпак	*Brassica napus* L.	лимонно-жовтий
Робінія звичайна	*Robinia pseudoacacia* L.	жовто-коричневий
Розторопша плямиста	*Silybum marianum* (L.) Gaertn.	білий
Сафлор красильний	*Carthamus tinctorius* L.	яскраво-червоний
Свербіжниця польова	*Knautia arvensis* (L.) Coult.	фіолетовий
Серпій увінчаний	*Serratula coronata* L.	біло-сірий
Сильфій пронизанолистий	*Silphium perfoliatum* L.	жовтий
Синюха блакитна	*Polemonium caeruleum* L.	жовто-оранжевий
Синяк звичайний	*Echium vulgare* L.	темно-синій
Слива домашня	*Prunus domestica* L.	світло-коричневий
Собача кропива п'ятилопатева	*Leonurus quinquelobatus* Gilib.	темно-жовтий
Соняшник однорічний	*Helianthus annuus* L.	золотисто-жовтий
Суріпиця звичайна	*Barbarea vulgaris* R.Br.	брудно-жовтий
Терен колючий	*Prunus spinosa* L.	колір кориці, темно-жовтий
Турнепс	*Brassica campestris* L. var. rapa	жовтий
Фацелія пижмолиста	*Phacelia tanacetifolia* Benth.	блакитний, темно-фіолетовий
Хаменерій вузьколистий	*Epilobium angustifolium* L.	зелений
Холодок лікарський	*Asparagus officinalis* L.	яскраво-помаранчевий

Назва виду рослини		Колір пилкової грудочки
1	2	3
Цибуля городня	*Allium cepa* L.	світло-оливковий
Цикорій дикий	*Cichorium intybus* L.	білий, брудно-білий
Черемха звичайна	*Prunus padus* L	світло-сірий
Черешня звичайна	*Prunus avium* L..	червонувато-коричневий
Чорниця	*Vaccinium myrtillus* L.	яскраво-жовтий
Чорнушка посівна	*Nigella sativa* L.	темно-зелений
Шафран посівний	*Crocus sativus* L.	червоно-жовтий
Шипшина звичайний	*Rosa canina* L.	білувато-сірий
Шипшина яблунева	*Rosa villosa* L.	білувато-рожевий
Яблуня домашня	*Malus domestica* Borkh.	жовто-білий
Яблуня лісова	*Malus sylvestris* (L.) Mill.	жовто-білий
Ялина колюча	*Picea pungens* Engelm.	білий
Ясен звичайний	*Fraxinus americana* L.	червонувато-коричневий

Видове походження бджолиного обніжжя підтверджують пилковим аналізом. За цього сформовані грудочки можуть містити пилкові зерна різних видів рослин з переважанням одного чи іншого. Це пов'язано із особливостями заготівлі білкового корму та флорспеціалізацією бджіл. Нині розробляють нову методику ідентифікації обніжжя за ботанічним походженням, що базується на спектрометрії.

РОЗДІЛ ІІ

ЕТОЛОГІЯ БДЖІЛ І ПИЛКОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІМЕЙ

2.1 Пилкозбиральна робота бджіл

Інтенсивність пилкозбиральної роботи залежить від сили сім'ї та кількості розплоду в гнізді. Так, І. О. Левченко стверджував [38], що найкраще забезпечені білковим кормом впродовж активного сезону сильні сім'ї. Визначено [46], що співвідношення перги і печатного розплоду в середньому становило для сильних сімей 1:2,4 комірки, середніх – 1:3,5, слабких – 1:4,9. З інших даних встановлено, що маса відібраного обніжжя від сильних сімей була вища, ніж від середніх та слабких [17]. Так, за досліджуваний період від сильних бджолиних сімей в середньому було отримано 1150 г, від сімей середньої сили – 980 г, від слабких – 430 г обніжжя. Визначено [47], що від сили бджолиної сім'ї залежить спрямування льотної активності бджіл на той чи інший вид рослин. Доведено [81], що за однакових медозбірних умов сильні сім'ї заготовляли обніжжя із клену на 12,7 % більше порівняно із слабкими, а сім'ї середньої сили – на 4,1 %; з гречки відповідно – на 8,0 та 6,3 %. Однак з різнотрав'я бджоли слабких сімей заготовляли більше обніжжя на 8,9 % порівняно із обсягом сильних сімей і на 4,7 % більше ніж середньої сили [81]. Цей факт дає можливість припустити, що для отримання гомогенного обніжжя слід використовувати сильні бджолині сім'ї.

Значний вплив на пилкопродуктивність бджолиних сімей має наявність, кількість і видовий склад джерел білкового корму в природі [68]. Так, В. І. Сташенко визначив [72], що в Лісостеповій зоні проростає понад 78 видів медоносних культур, з них більше 30 % є продуктивними пилконосами. Він стверджував, що умови для заготівлі товарного обніжжя в господаствах створюють завдяки використання насаджень вишні звичайної, груші садової, сливи домашньої, яблуні садової, родин кленових та вербових.

Доведено [179], що маса бджолиного обніжжя з різних видів пилконосних рослин відрізняється. Так, маса однієї обніжки зібраної з клену ясенелистого становила 16,3±0,1 мг, абрикоси звичайної – 7,0±0,3 мг, ріпаку озимого – 12,1±0,3 мг, акації жовтої 6,5±0,3 мг.

Серед багаточисленних екологічних факторів на пилкозбиральну роботу бджіл найбільше впливає температура повітря [38, 162, 177]. Так, І. О. Левченко стверджував [38], що найбільша льотна активність бджолиних сімей спостерігалася за температури повітря 16–25 °С. За температури повітря вище 30 °С знижувалась

активність бджіл і скорочувався радіус їх продуктивного льоту на 30 %, а за похолодання до 10 °С – бджоли не літали [38].

Кількість принесеного бджолиного обніжжя також залежить від сили сім'ї і періоду дня. Так, В. Д. Івановою доведено [26], що маса бджолиного обніжжя у квітні значно нижча, ніж в травні і позитивно корелює з масою бджіл. Вона встановила, що максимально бджоли приносять обніжжя в першій половині дня. Після 12 год заготівля пилку уповільнюється і бджоли переважно працюють на зборі нектару.

Експериментально доведено [60, 108], що активність пилкозбиральної роботи бджіл впродовж пасічницького сезону різна. Так, Н. Л. Рєзнікова та В. М. Івченко стверджували [4] що інтенсивність надходження обніжжя у гнізда бджолиних сімей найвища в червні-липні. Зважаючи на це, вони рекомендували товарний збір обніжжя здійснювати саме в цей період. Найбільшу кількість запасів перги впродовж активного сезону бджоли формують у травні-липні, а найменшу – у квітні. Встановлено [137], що найкраще забезпечені білковим кормом впродовж активного сезону сильні сім'ї.

На основі одержаних даних, пилкозбиральну роботу бджіл науковці умовно розділили на декілька етапів [148]. Перший етап збору білкового корму розпочинається від моменту прильоту бджоли на квітку чи суцвіття. Наступний відбувається в повітрі під час перельоту бджоли від однієї квітки до іншої, чи повернені до гнізда. Завершальний етап, це скидання обніжок у комірки для подальшої їх переробки на пергу. Ефективність пилкозбиральної роботи бджіл залежить від інтенсивності їх льотної діяльності [51]. На думку вчених [52, 73, 153], найбільше білкового корму бджоли здатні заготовити навесні. Цьому сприяє потреба у вирощувані розплоду і сезонні особливості кліматичної зони, де утримують сім'ї. З технологічної точки зору найкращі можливості для заготівлі обніжжя настають у червні-липні [34]. У цей період у гніздах сімей найбільше бджіл, квітують переважно високопродуктивні нектароноси і пилконоси, тривалість дня і температура навколишнього середовища сприяють льоту бджіл та утворенню пилкових зерен рослинами [26].

Зростання кількості вильотів бджіл за кормом відбувається впродовж першої половини пасічницького сезону [70, 188]. Так, ранньою весною бджоли роблять у середньому 20–40 тис. вильотів за день. У ранньолітній період (із зацвітанням білої акації) льотна діяльність помітно активізується. Кількість вильотів у середньому на сім'ю досягає 60 тис. вильотів, а в окремі дні наближається до 70 тис. вильотів за день. Найбільший обсяг роботи по заготівлі корму виконують бджоли в другій половині червня і першій декаді липня. В умовах посереднього медозбору за день

робочі бджоли здійснюють близько 100 тис. вильотів. У пошуках білкового корму з вуликів вилітає від 1/3 до 50 %, а в окремі періоди – 60–80 % льотних бджіл [72]. Визначено [46], що невеликий запас перги у гніздах сімей, підтримується роботою в середньому 15–20 % бджіл.

За інших даних встановлено [91, 93, 156], що активність заготівлі білкового корму не пов'язана із загальним рівнем льотної діяльності сім'ї. Доведено [91], що запаси пилку в природі не стимулюють льотної активності на відміну від виділення нектару рослинами. За інтенсивного медозбору збирання пилку не тільки не зростає, а навіть зменшується. Наприклад, впродовж цвітіння білої акації надходження нектару в гнізда сімей може досягати 5–7 кг, а кількість бджіл, які прилітатимуть з обніжжям зменшується до 4–5 % від загальної кількості [178]. Інші автори зазначали [157], що якщо перед медозбором запаси перги вичерпались, то на її заготівлю вилітає понад 20 % бджіл, які за нормальних умов могли б збільшити збір нектару. У другій половині літа, льотна активність сімей зменшується. За день бджоли здійснюють 60–70 тис. вильотів, надалі їх кількість зменшується до 30 тис. [81].

Вагоме значення в процесі пошуку джерела корму та орієнтації робочих бджіл на масивах пилконосних рослин відіграють зорові стимули [38]. Доведено [38, 199], що окрім наземних орієнтирів, важливе значення мають астроорієнтири (сонце і небосхил). Так, К. Фріш стверджував [27], що для орієнтації в просторі бджолі вистачає сприйняти поляризоване випромінювання небосхилу ділянкою поля зору лише одного оматидія. Встановлено [38], прямопропорційну залежність між величиною ділянки поляризованого випромінювання, яка сприймається зоровими рецепторами та швидкістю відшукування джерела корму.

Експериментально доведено [38], що найбільше інформації про місце розташування джерела корму медоносні бджоли отримують за сигнальними танцями розвідниць. Дослідження К. Фріша показали [27], що після передачі інформації про розміщення джерела корму за допомогою сигнальних рухів танців розвідниць, мобілізувалось 89 % льотних бджіл, тоді як по запаху лише 39 %. Водночас, недостатньо досліджена сигнальна поведінка бджіл про розміщення джерел білкового корму.

Твердий покрив тіла медоносних бджіл (кутикула) захищає внутрішні органи та утворює екзоскелет. Разом з волосяним покривом, екзоскелет захищає організм медоносних бджіл від несприятливих умов зовнішнього середовища, забезпечує міцність і пружність тіла [35, 52].

Встановлено [35], що волоски, які покривають екзоскелет бджоли, мають неоднакову будову і виконують різні функції, переважно це органи чуття (дотику). Деякі з них короткі, прямі, мають однакову довжину, більше схожі на щетинки. Інші –

розгалужені, ледь зігнуті, зібрані в пучки або мають пір'ясту будову. Окремі волоски мають складну будову, виконують особливі функції. Наприклад, Джонстонів орган забезпечує рівновагу бджоли. Окрім того волосяний покрив бджіл має важливе значення в заготівлі квіткового пилку [35].

Завдяки волосяному покриву бджола може зібрати та утримувати на собі кілька мільйонів пилкових зерен [183]. Робочі бджоли старшого віку втрачають частину волосків, у результаті чого їх екзоскелет темнішає. Густота волосяного покриву також залежить і від функцій, які виконують бджоли впродовж свого життя. Теоретично, втрата волосяного покриву призводить до зменшення облипання екзоскелету бджоли пилком [174]. Встановлено пряму кореляційну залежність між опушеністю екзоскелету і зимостійкістю бджіл [38].

Водночас, окрім опушення, характерною ознакою зовнішньої будови бджоли є членування тіла [35]. Відомо [52, 57], що екзоскелет складається з окремих члеників, з'єднаних між собою рухомо (черевце), малорухомо (грудний відділ) або зрослих (голова). Волосяний покрив на окремих частинах тіла також відрізняється за будовою волосків, їх призначенням, густотою і тривалістю зношування [35]. Встановлено [152], що перш за все бджоли втрачають волоски на грудному відділі завдяки роботі кінцівок та грудних м'язів.

Поряд з цим, практично не вивченою є пилкозбиральна робота бджіл, що мають різну опушеність екзоскелету. Адже, саме завдяки волоскам пилкові зерна накопичуються на тілі, а згодом і в кошику. Бджола, яка щойно вийшла з комірки має високий ступінь опушеності тіла [35]. На тридцятий день свого життя, бджола втрачає майже всі волосинки, окрім тих, які забезпечують механічні функції. Вони в процесі еволюції стали короткими, міцнішими і грубішими (щіточки на гомілках, зубці) [35, 198].

Встановлено [152], що зношування волосяного покриву екзоскелету бджіл інтенсивніше відбувається за їх льотної діяльності. Можна припустити, що перебування бджоли поза гніздом, виконування нею збиральної робити, сприяє зменшенню численності волосків на її тілі і як результат призводить до зниження продуктивності заготівлі білкового корму. Деякі автори [186] стверджували, що в процесі перельоту бджоли до джерела корму, волосяний покрив екзоскелету накопичує статичний електричний заряд внаслідок електризації, яка потім притягує пилкові зерна. Теоретично доведено [186], що бджола в цьому випадку є природнім діелектриком, тому волоски екзоскелету містять зв'язані заряди, які не передаються з однієї частини тіла на іншу. Бджоли заготовляють білковий корм з ентомофільних рослин, які одночасно виділяють і нектар [189]. Проте, відомі випадки коли в окремі

періоди відсутності квітування ентомофільних рослин, бджоли заготовляють пилок з анемофільних рослин. При цьому комаха швидко рухається вздовж суцвіття з метою накопичення пилкових зерен [77].

Отже, на заготівлю обніжжя робочими бджолами впливають зовнішні і внутрішні фактори [50, 65]. Одержання бджолиного обніжжя залежить від погодних умов, періоду пасічницького сезону, кількісного та видового складу пилконосів у природі [8, 9, 33]. Науковці наводять дані щодо пилкової продуктивності бджолиних сімей впродовж пасічницького сезону, інтенсивності роботи бджіл під час заготівлі білкового корму впродовж дня [47]. Визначені етапи пилкозбиральної роботи бджіл [34]. Проте, потребує більш поглиблених досліджень пилкопродуктивність бджолиних сімей за різних типів медозбору. Адже вподовж пасічницького періоду медозбірні умови змінюються, також різниться кількість незайнятих льотних бджіл, потенціал яких можливо використати на заготівлі обніжжя.

Волосяний покрив екзоскелету бджоли має волоски різної довжини та будови, завдяки яким на тілі бджоли накопичуються пилкові зерна. Завдяки цій особливості, опушеність екзоскелету бджоли відіграє провідну роль у заготівлі білкового корму. Проте недостатньо вивченими залишаються густина та відмінність будови волосків відповідно до членування екзоскелету, а також, інтенсивність накопичення та видовий склад пилкових зерен на різних частинах тіла бджоли.

За використання бджолиних сімей на масивах медоносних і пилконосних рослин не можливо одержати нектар чи обніжжя не залежно один від одного. Це пов'язано з тим, що бджоли в більшості випадків застосовують комбінований тип збору корму. Одним із факторів підвищення пилкопродуктивності бджолиних сімей є вдале використання їх льотної енергії на зборі білкового корму за умов різних типів нектарного взятку.

З метою дослідження впливу різних за інтенсивністю медозборів на пилкозбиральну діяльність бджіл ми провели дослідження впродовж одного пасічницького сезону. Спостерігаючи за піддослідними сім'ями, враховували кількість принесеного обніжжя в гніздо, визначили його сформованість, морфологічні ознаки і ботанічне походження. Дослідження льотної активності бджіл проводили в місцевості типової діброви Лісостепу. Залежно від медозбірних умов, пасічницький сезон було умовно поділено на три періоди, які характеризувались окремими типами нектарного взятку.

У перший період дослідження льотної активності бджіл з 01.05 по 20.05.2011р. за умов слабкого нектарного взятку квітували трав'янисті медоносні рослини, чагарники і дерева, а саме: клен звичайний *Acer platanoides* L.; клен татарський *A. tataricum* L.; клен несправжньоплатановий *A. pseudoplaianus* L.; вільха чорна

Alnus glutinosa L. Gaerth; вільха сіра *A. incana* L.; дуб звичайний *Quercus robur* L.; граб звичайний *Carpinus betulus* L.; берест *Ulmus campestris* L.; ліщина звичайна *Corylus avellana* L.; таволга *Spiraea* L.; сніжноягідник білий *Symphoricarpus albus* Blake; гостриця лежача *Asperugo procumbens* L.; конвалія звичайна *Convallaria majalis* L.; зубниця бульбиста *Dentaria bulbiferia* L.; очанка лікарська *Euphrasia officinalis* L.; пшінка весняна *Ranunculus ficaria* L.; зірочки жовті *Gagea lutea* L Ker-Gawl.; зірочник лісовий *Stellaria holostea* L.; розхідник *Glechoma* L.; вечорниці густоволохаті *Hesperis pycnotricha* Bor. et. Degen; медунка темна *Pulmonaria obscura* L.

Встановлено, що найбільшу активність на зборі білкового корму льотні бджоли виявляли в першій половині дня (додаток А; табл. А.1). Визначено, що льотна активність бджолиних сімей на зборі білкового корму була вищою на 44 % порівняно з другим періодом та на 36 % – з третім, що відзначалось у кожній піддослідній бджолиній сім'ї (табл. 2.1; 2.2).

Таблиця 2.1

Облік бджіл, які повертались у гніздо з обніжжям за 5 хв

Тип нектарного взятку	Показник	№ сім'ї				
		12	59	34	60	15
Слабкий (n=20)	M±m	173,15± 14,737	125,55± 11,246	129,55± 10,545	142,40± 10,825	130,15± 9,849
	lim	76–275	54–203	66–173	48–202	47–169
Інтенсивний (n=10)	M±m	72,70± 22,839	70,20± 11,574	70,70± 13,366	101,40± 21,840	79,70± 9,197
	lim	21–245	47–171	34–154	23–245	47–128
Продуктивний (n=18)	M±m	128,61± 18,320	62,33± 8,340	73,56± 9,935	88,61± 9,449	91,33± 9,866
	lim	17–283	8–134	10–134	22–142	16–161

За весь період (окрім днів з несприятливими погодними умовами) бджолині сім'ї інтенсивно працювали на зборі білкового корму. У період спостережень до гнізда поверталось 48–275 бджіл зі сформованим обніжжям на обох ніжках, що становило від 1,44 до 8,25 г за 5 хв. Ймовірно, інтенсивна льотна активність бджіл зумовлена біологічною потребою нарощування сили сім'ї перед наступними медозборами, великою кількістю різновидів квітучих рослин та їх високою пилковою продуктивністю.

Другий період досліджень тривав 25.05 по 03.06.2011 р. і відбувався за умов інтенсивного нектарного взятку з паркових та лісових насаджень акації білої (*Robinia pseudoacacia* L.). Цей період характеризувався нижчою на 44 % пилковою продуктивністю льотних бджіл порівняно з першим періодом, а також меншими коливаннями льотної активності впродовж дня.

Наприкінці другого періоду було зафіксовано підвищення пилкової продуктивності, що ймовірно було пов'язано зі зменшенням інтенсивності виділення нектару основним медоносом (додаток А; табл. А.2).

Середні значення обліку принесеного обніжжя коливалися від 70,20±11,574 до 101,40±21,840 шт. впродовж дня за дослідний період. Спостерігаючи за пилкозбиральною роботою в період інтенсивного нектарного взятку, виявили, що у гніздо повертались від 21 до 245 бджіл зі сформованим обніжжям, це становило від 0,63 до 7,35 г за 5 хв по масі.

Таблиця 2.2

Середньодобові значення обліку принесеного обніжжя за різних типів нектарного взятку (n=5)

Кількість бджіл, які повернулись з обніжжям	Тип нектарного взятку		
	слабкий	інтенсивний	продуктивний
M±m	140,16±8,717	78,94±5,866	88,89±11,234
lim	125,55–173,150	70,20–101,400	62,33–128,610
σ	19,49	13,12	25,12
Cv, %	13,90	16,62	28,26
P	6,22	7,43	12,64

Третій період відзначався високими і стабільними середньодобовими принесеннями нектару за рахунок квітування липи дрібнолистої Tilia cordata Mill, дослідних ділянок з високопродуктивними медоносами і дикоростучими трав'янистими рослинами. Серед них – розторопша плямиста *Silybum marianum* L. Gaertn; головатень звичайний *Echinops ritro* L.; синяк звичайний *Echium vulgare* L.; конюшина повзуча *Trifolium rcpens* L.; горлянка женевська *Ajuga genevensis* L.; чорнокорінь лікарський *Cynoglossum officinale* L.; меліса лікарська *Melissa officinalis* L.; хаменерій вузьколистий *Chamaenerium angustifolium* Scop. Дослідження вели впродовж цвітіння головного нектароносу липи дрібнолистої *Tilia cordata* Mill з 07.06 по 24.06.11 р.

Впродовж третього піддослідного періоду льотна діяльність бджіл на джерела білкового корму знову активізувалась і характеризувалася найбільшою стабільністю показників у різні години дня (додаток А; табл. А.3). Але значно варіювала по днях періоду в межах однієї сім'ї (табл. 2.2). Можливо, це було зумовлено іншими не дослідженими чинниками, які впливали на заготівлю білкового корму. За продуктивного нектарного взятку в гніздо поверталось 8–283 бджоли зі сформованим обніжжям, що становило близько 0,24–8,49 г за 5 хв. Так, в цей період поверталось бджіл з обніжжям на 11 % більше ніж у другий і на 36 %

менше ніж у перший періоди. Відслідкувавши динаміку льотної діяльності бджіл за три періоди, ми прийшли до висновку що на активність збору білкового корму окрім внутрішніх, впливають і зовнішні чинники. До внутрішніх можемо віднести силу сім'ї, якість матки, кількість відкритого і закритого розплоду в гнізді, кількість пергових стільників. А так, як піддослідні сім'ї за внутрішніми факторами були рівними (відірані за принципом аналогів), можемо стверджувати, що на пилкову продуктивність впливали зовнішні чинники, тобто тип нектарного взятку та наявність природо-кліматичні умови.

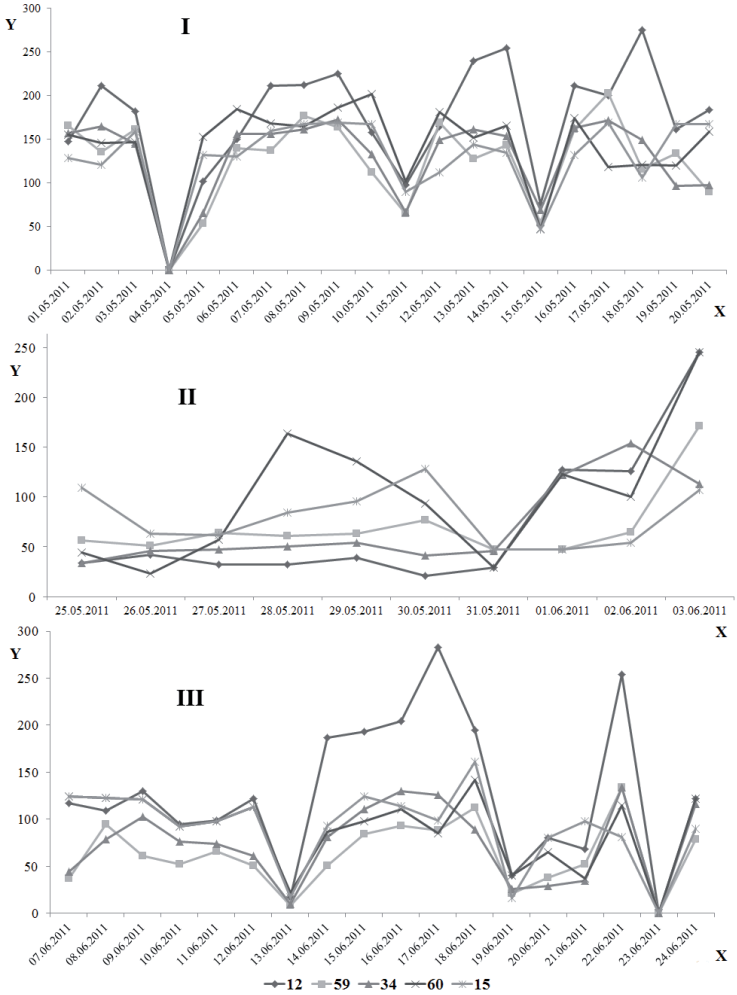


Рис. 2.1. Динаміка льотної діяльності бджіл на зборі пилку по трьох періодах (I, II, III – періоди обліку залежно від типу нектарного взятку; X – тривалість періодів; Y – кількість бджіл, які повернулись у гніздо з обніжжям; 12, 59, 34, 60, 15 – номери піддослідних сімей)

Бджолині сім'ї приблизно однаково працювали впродовж дослідних періодів, а у період слабкого нектарного взятку відзначали найвищі показники пилкової продуктивності. В окремі дні першого і третього періоду спостерігали різкі спади льотної діяльності бджіл, що було пов'язано із наявністю опадів вподовж цих діб у різні години. Динаміка льотної діяльності бджіл на зборі білкового корму подана на рисунку 2.1.

З графіків видно, що у другий період льотна активність бджолиних сімей була не однаковою. Проте, до кінця періоду принесення бджолами обніжжя різко збільшилось. Наприклад, загальна активність по всіх сім'ях у порівняні першого і останнього дня другого періоду збільшилась на 74 %. Це було зумовлено закінченням квітування основного нектароносу, тобто зниженням інтенсивності нектарного взятку.

За період досліджень встановлено, що найбільшу кількість обніжжя бджоли приносять у гніздо за умов слабкого нектарного взятку 140,16±8,717. Це зумовлено підвищеною потребою бджолиних сімей в білковому кормі (весняний період). У період продуктивного взятку спостерігали 88,89±11,234 принесених обніжок за 5 хв. Дослідивши якість одержаного обніжжя за показниками сформованості і гомогенності, встановили, що у період продуктивного нектарного взятку отримано продукцію найвищої якості за показниками сформованості і гомогенності (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Якісні показники одержаного обніжжя за різних типів нектарного взятку

Показник	Тип нектарного взятку		
	слабкий	інтенсивний	продуктивний
Маса одержаного обніжжя за період, г	4843,3	2345,0	3844,9
Сформованого обніжжя від загальної маси, %	42	29	87
Монофлорність загального збору	поліфлорне	поліфлорне	монофлорне
Гомогенного обніжжя від загальної маси,%	–	–	80

З матеріалів таблиці 2.3 видно, що сформованого обніжжя у третій період було одержано на 52 % і 66 % більше порівняно з першим та другим періодами обліків. Це свідчить, що обніжжя одержане за умов продуктивного нектарного взятку характеризується найвищим показником сформованості, що вказує на більшу кількість у ньому бджолиних ферментів, які підсилюють лікувальні властивості продукції.

Оцінивши загальний збір обніжжя, визначили, що монофлорне обніжжя можна одержати лише у третій період, тобто в другій половині літа за умов, якщо

переважаючий медонос має високу продуктивність і займає значні площі. Отже, обніжжя одержане за третій дослідний період за морфологічними ознаками переважало отримане в попередні періоди. Так, воно було гомогенне на 80 %, сформоване на 87 %, а у загальному зборі візуально мало однаковий колір і форму, що значно підвищує його товарну якість. Таким чином, ми вважаємо, що оптимальну кількість обніжжя високої якості за сприятливих погодних умов можливо отримати у період продуктивного нектарного взятку.

2.2 Поведінка бджіл під час збирання пилку

Поведінку бджіл науковці досліджували переважно в ракурсі етології перетинчастокрилих комах. Етологія (від грецк. *ethos* – звичка, характер, вдача), як наука про порівняльний опис поведінки особин у природному для конкретного виду довкіллі, сформувалась у 30-х р. XX ст. на підґрунті польової зоології і еволюційної теорії [47]. Її засновниками були Конрад Лоренц (Konrad Lorenz, 1903–1989) і Ніколас Тінберген (Nikolaas Tinbergen, 1907–1988) [27]. Серед вітчизняних вчених етологію медоносних бджіл почали вивчати В. Г. Радченко і Ю. А. Песенко [4]. Вони вказували, що бджоли – антофільні комахи і мають особливі трофічні зв'язки. Це означає, що їх харчові зв'язки з квітуючими рослинами можуть бути облігатними і різноманітними, а тому й поведінка за умови заготівлі вуглеводних чи білкових кормів у них відрізняється. Згідно з термінологією, введеною У. Робертсоном-Смітом, бджіл за типом їх трофічних зв'язків поділяють на дві основні групи: полілектичні (*polylectic*) і оліголектичні (*oligolectic*) [38]. Комахи першої групи збирають пилок з різноманітних рослин (широкі полілекти) або з небагатьох видів рослин, але тих, які належать до різних ботанічних родин (вузькі полілекти). Джерелами пилку для комах другої групи слугують квіти рослин, переважно або виключно однієї родини (широкі оліголекти). Іноді, бджоли заготовляють пилок лише з рослин одного або декількох близьких родів (вузькі оліголекти) або навіть одного виду (монолекти) [38, 114]. Науковці відзначали [38], що бджола медоносна – Apis mellifera, за трофічними зв'язками відноситься до широких полілектів, тому їх етологію піл час збору білкового корму важливо вивчати залежно від ботанічного виду рослини і притаманних для неї морфологічних особливостей будови квітконосного пагона чи типу суцвіття.

Вагомий внесок у вивчення етології медоносних бджіл зробив І. О. Левченко [38]. Ним були визначені способи передачі інформації про відстань до джерела корму, вивчені сигнальні рухи і звуки бджіл, орієнтацію в просторі та зорові стимули льотної діяльності. Експериментально доведено [38], дресирування бджіл-розвідниць на

джерело корму за допомогою зорових орієнтирів (кольорового щита) на відстань не більше 200 м. Це твердження дозволяє допустити можливість дресирування бджіл на попередньо визначений ботанічний вид росин для одержання гомогенного обніжжя.

У 1997 році на Міжнародному Симпозіумі Запилення, який проходив у Бельгії, науковці зосередили увагу на дослідженнях етології бджіл під час запилення сільськогосподарських рослин і заготівлі білкового корму [123]. Вчені зазначали відмінність поведінки бджіл на родині бобових і айстрових. Так, інтенсивність заготівлі бджолиними сім'ями білкового корму на масивах соняшника звичайного була вищою на 50 % порівняно з роботою бджіл на посівах конюшини рожевої [123]. Цей факт дає підстави вважати, що пилкова продуктивність бджолиних сімей може залежати від кількості пилку, яку продукує той чи інший вид рослин.

А. З. Брандорф вказувала, що в процесі коеволюції в медоносних бджіл і рослин склалися певні етологічні взаємозв'язки [27]. Вона наголошувала, що в результаті них у бджіл сформувались пріоритети щодо заготівлі пилку і нектару з ентомофільних культур, а в рослин – особливості в будові суцвіть, що сприяють заохоченню комах: різноманітність форм, пристосувань, забарвлення віночків, інтенсивність продукування нектару і пилку [27, 116].

Нині відомо [2, 126], що збір квіткового пилку медоносною бджолою відбувається у результаті поєднання складних рухів із очищення екзоскелету від пилкових зерен, які комаха здійснює трьома парами ніжок. Процес зчісування пилку може відбуватися як на квітці, так і в повітрі, під час повернення бджоли до гнізда чи перельоту з одного суцвіття на інше [111, 127]. У період цвітіння високопродуктивного пилконосу (наприклад, соняшника звичайного – *Helianthus annuus*, пилкопродуктивність якого становить понад 200 кг/га), бджоли можуть звільнятися від зерен пилку навіть на прильотній дошці або безпосередньо у гнізді.

A. Caillas описав чотири методи збору білкового корму, кожен з яких бджола обирає відповідно до типу суцвіття [27]. Наприклад, на відкритих суцвіттях типу поникла китиця як у кленових, бджола прокушує пильники і притягує їх до себе, а потім обвалюється в пилку, формуючи при цьому обніжжя. Після чого вона злітає і знову повертається на це ж суцвіття декілька разів. На закритих щільних суцвіттях типу головка, як у конюшини, бджола прокладає собі шлях крізь віночок, просовує лише голову і грудний відділ, збирає пилок щелепами і першою парою ніжок. На квітах з трубчастими оцвітинами збір пилку у бджіл відбувається випадково і є другорядною функцією в період збору нектару. Встановлено [196], що бджоли часто відвідують такі квітки після джмелів (*Bombus*), які прогризають оцвітину

і тим самим полегшують їм доступ до нектарників та андроцею. На суцвіттях типу сережка, як у вербових, – бджола рухається вздовж суцвіття, вверх-вниз.

У результаті аналізу наукової літератури, можемо зробити висновок, що медоносні бджоли за етологічною характеристикою відносяться до полілектів та змінюють тип поведінки залежно від ботанічного виду медоносних і пилконосних рослин. Також досліджено особливості формування обніжжя під час роботи бджіл на деяких видах рослин, на підґрунті чого виокремлено чотири типи їх поведінки при заготівлі білкового корму. Однак, потребує подальшого наукового обґрунтування етологія бджіл на різних типах суцвіть і квітах. Це дозволить розширити знання щодо особливостей формування обніжжя на різних видах рослин і визначити представників медоносної флори, з яких бджоли найшвидше накопичують запаси білкового корму. Також є потреба дослідити пилкову продуктивність бджолиних сімей відносно до типів нектарного взятку, адже розділити роботу бджіл на заготівлі пилку і нектару практично не можливо. Дослідження в цих напрямках не лише сприятиме збагаченню теоретичних знань з етології бджіл під час заготівлі пилку, а й дасть можливість удосконалити технологію одержання обніжжя.

Підвищення пилкової продуктивності бджолиних сімей можливе за використання їх на рослинах, які продукують велику кількість пилкових зерен, мають доступні для бджіл пиляки і суцвіття. Виникає необхідність визначити рослини Лісостепової зони, які відповідають цим критеріям і дослідити поведінку бджіл під час заготівлі корму.

Етологію бджіл на різних типах суцвіть досліджували на 35 видах рослин Лісостепової зони України. При цьому відслідковували відмінності поведінки на різних типах суцвіть, послідовність рухів і швидкість наповнення кошика білковим кормом. Крім того вивчали морфологічні показники отриманого від бджіл обніжжя, враховуючи ступінь сформованості і гомогенність.

Спостереження проводили за особливостями пилкозбиральної роботи бджіл на 10-ти основних типах суцвіть (щільна китиця, рихла китиця, поникла китиця, щільний щиток, рихлий щиток, зонтик, колос, головка, кошик, сережка), на 3-х складних суцвіттях (волоть, рихла волоть, змішаний тип), а також на рослинах з квітами різної морфологічної будови.

Поведінка бджіл на суцвіттях типу щиток. Поведінку бджіл на суцвіттях типу щиток досліджували на 6-ти видах рослин. Для двох представників цієї групи (груша – Pyrus; суниця садова – *Fragaria ananassa* Duch) було характерне суцвіття рихлий щиток з правильними п’ятипелюстковими квітами.

На цих суцвіттях бджоли рухались подібно як на рослинах з квітконосними

пагонами, які закінчуються однією квіткою з симетричною оцвітиною. Спостереження показали, що поведінка бджіл відрізнялася на щільному та рихлому суцвіттях типу щиток.

При проведенні досліджень, які стосувались поведінки бджіл на суцвітті типу щільний щиток таволги пурпурної *Filipendula purpurea* L, було визначено особливості переміщення тіла бджоли і тривалість формування однієї ноші обніжжя (рис. 2.2).

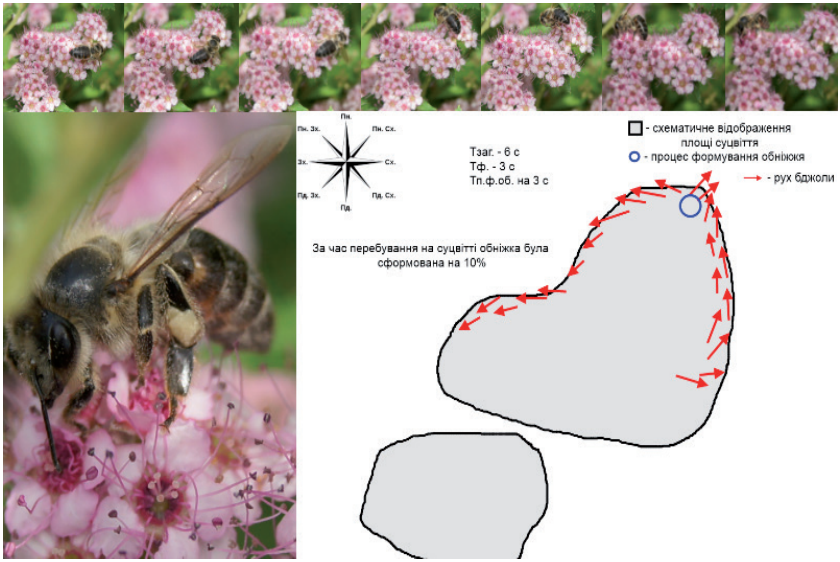


Рис. 2.2. Поведінка бджоли на суцвітті типу щільний щиток таволги пурпурної (*Filipendula purpurea* L.)

Впродовж досліджень було визначено, що бджола в більшості випадків починає свій рух з півдня в напрямку до півночі, північного заходу або північного сходу (додаток В). Для одержання однієї ноші на суцвітті таволги, яка має суцвіття типу щільний щиток бджола витрачає 81,20±6,507 с (табл. 2.4). Згідно одержаних даних, для формування однієї обніжки (на двох ніжках) бджола відвідує 7–10 суцвіть. Було зафіксовано, що в більшості випадків бджола починає зчісувати пилкові зерна з екзоскелету на 3 с перебування на суцвітті.

Облік тривалості формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу щільний щиток таволги пурпурної наведений в додатку Г, табл. Г.1. Отримане обніжжя з таволги було від брудно-білого до сірого забарвлення, пилковий аналіз грудочки підтвердив її гомогенність. Відібране обніжжя мало середню масу 9,5 мг, проте грудочка не була сформована. Можливо, це пов’язано з особливостями морфологічної будови пилкових зерен.

Таблиця 2.4

Особливості формування обніжжя на суцвіттях типу щиток (n=5)

Показник	Щільний щиток		Рихлий щиток	
	M±m	lim	M±m	lim
Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші обніжжя	8,60± 0,600	7–10	22,00± 0,548	20–23
Тривалість перельоту між суцвіттями, с	2,01± 0,166	1,43–2,33	3,17± 0,214	2,52–3,84
Тривалість перебування на суцвітті, с	7,67± 0,432	6,38–9,00	7,75± 0,195	7,30–8,23
Витрати часу на формування обніжки, с	81,20± 6,507	62–99	238,40± 2,994	234–250

Поведінку бджіл на суцвіттях рихлий щиток досліджували на гречці посівній (*Fagopyrum sagittatum* Libib) і медунці темній (*Pulmonaria obscura* Dumort). При цьому відслідкувати весь процес формування обніжжя на гречці не вдалося, оскільки на суцвітті бджоли віддавали перевагу заготівлі вуглеводного корму. Бджоли перелітали з одного суцвіття до іншого на відстань більше 50 см, а це перешкоджало фіксації їх роботи камерою. У деяких випадках, бджоли злітали із суцвіть не завершивши формування обніжжя. Провівши розрахунки одержаних даних встановлено, що на формування обніжжя з гречки бджоли витрачають близько 25–35 хв. Під час спостережень було помічено, що бджоли очищають екзоскелет у повітрі, після закінчення роботи на суцвітті. Ймовірно, вони формують обніжжя під час польоту, повертаючись до гнізда. Отримане обніжжя з гречки в більшості випадків було сформоване, характеризувалось гомогенністю і масою близько 8 мг.

Під час спостереженьза бджолами на суцвіттях медунки визначили, що загальна тривалість формування обніжжя бджолою становить 238,40±2,994 с, або близько 4 хв (табл. 2.4). Встановлено, що бджоли, у більшості випадків, формують обніжжя в повітрі під час перельоту між суцвіттями чи повернені до гнізда. При цьому, бджоли затрачали більше часу (7,75±0,195 с) працюючи на суцвітті і 3,17±0,214 с на перельоти між ними (додаток Г; табл. Г.2). Встановлено, що для формування однієї ноші обніжжя бджоли відвідували 20–23 суцвіть. За цього, у більшості випадків, зчісувати пилкові зерна з екзоскелету, бджоли починали на 5 с перебування на суцвітті (за умови проведення на ньому більше 8 с), в інших випадках формування обніжжя відбувалось у повітрі. Відібране обніжжя мало блідо-жовтий колір, щільну структуру з рихлою поверхнею, було сформоване (4 бали) і гомогенне. Маса однієї обніжки становила близько 11 мг (додаток Д; табл. Д.1).

Поведінка бджіл на суцвіттях типу китиця. Поведінку бджіл під час збирання

білкового корму на суцвіттях типу китиця досліджували на родині капустяних – Brassicaceae (дайкон – *Raphanus sativus* subsp. acanthiformis; резуха альпійська – Arabis alpina L.; ріпак – Brassica napus L.), гіацинтових – Hyacinthaceae (гіацинт східний – *Hyacinthus orientalis* L., гадюча цибулька гроноподібна – *Muscari botryoides* (L.) Mill) і барбарисових – Berberidaceae (барбарис звичайний – *Berberis vulgaris* L.).

Досліджуючи поведінку бджіл на суцвітті типу рихла китиця дайкону Raphanus sativus subsp. acanthiformis, помітили деякі особливості (рис. 2.3).

Відмічено, що на дайконі, бджоли надають перевагу заготівлі нектару. Оскільки, нектарники знаходяться нижче пиляків, бджола замащує голову в липкий пилок. Перед зльотом з суцвіття або в повітрі вона змушена очистити органи чуття від пилкових зерен. Таким чином бджола очищає екзоскелет від пилку і поступово наповнює кошик формуючи обніжжя. Під час заготівлі корму на дайконі бджоли не затримуються довго на суцвіттях, а постійно злітають над ними і перелітають з однієї рослини на іншу. За рахунок значних затрат часу на перельоти бджіл між суцвіттями тривалість формування обніжжя збільшується.

Бджоли не відвідували усі квіти суцвіття, а працювали лише на одній з них. Спостерігаючи за переміщенням тіла бджоли, виявили, що по оцвітині вона рухалася з півдня в напрямку на північний захід.

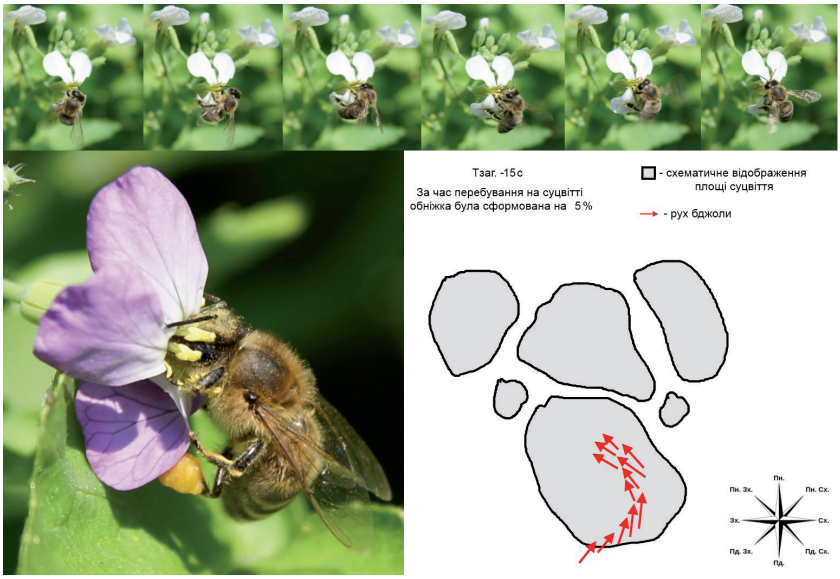


Рис. 2.3. Поведінка бджоли на суцвітті типу рихла китиця дайкону (*Raphanus sativus* subsp. Acanthiformis)

Процес очищення екзоскелету бджоли розпочинали на останній секунді перебування на суцвітті або під час повернення в гніздо. Оцінюючи одержане обніжжя, встановили, що обніжжя зібране таким чином щільне, клейке, має рихлу поверхню, а бджоли (рис. 2.4).

Рис. 2.4. Бджола зі сформованою обніжкою

Щільну структуру ми спостерігали навіть у не сформованих обніжок, що свідчить про інтенсивне змочування нектаром і секретом слинних залоз пилкових зерен під час формування грудочки. Цей факт було підтверджено пилковим аналізом. Так, порівнюючи забарвлення нативного пилку і обніжжя, було визначено, що пилкові зерна під час формування грудочки набувають інтенсивнішого кольору. Визначено, що бджоли відлітають з очищеним екзоскелетом і повністю сформованим обніжжям. Пилкові зерна проглядаються лише на вусиках, це свідчить, що бджола очистила екзоскелет перебуваючи на суцвітті. На одному суцвітті дайкону із суцвіттям рихла китиця бджоли витрачали не менше 15 с (додаток Г; табл. Г.3). Формування однієї ноші обніжжя відбувалось впродовж 1108±22,694 с, або близько 19 хв.

Поведінку бджіл на суцвітті щільна китиця вивчали на резусі альпійській – *Arabis alpina* L. (додаток Г; табл. Г.4). Особливістю поведінки бджіл на цій рослині, було швидке пересування по суцвіттю та відвідування не більше трьох квіток на ньому (рис. 2.5).

Рис. 2.5. Поведінка бджоли на суцвітті типу щільна китиця резухи альпійської (*Arabis alpina* L.)

Покадрова фіксація положення тіла дала можливість встановити, що бджола рухається з півдня на північ, у межах одного суцвіття. За період перебування на ньому бджола формує обніжку на 20–30 %. Обніжжя обох кошиків бджола формує за відвідування 7–10 суцвіть і витрачає на це від 74 до 104 с (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Особливості формування обніжжя на суцвіттях типу китиця (n=5)

Тип суцвіття	Показник	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість перебування на суцвітті, с	Витрати часу на формування обніжки, с
Китиця	M±m	31,6±1,21	5,4±0,05	33,9±0,20	1238,6±47,78
	lim	28–35	5,2–5,50	33,3–34,34	1108–1390
Рихла китиця	M±m	39,4±0,98	3,9±0,09	24,3±0,52	1108,0±22,69
	lim	36–40	3,7–4,30	23,2–25,97	1037–1168
Щільна китиця	M±m	8,4±0,60	2,7±0,07	8,2±0,06	88,8±6,06
	lim	7–10	2,5–2,83	8,1–8,44	74–104
Поникла китиця	M±m	19,0±0,66	17,3±0,38	7,8±0,18	470,8±17,22
	lim	18–22	15,8–18,06	7,2–8,28	444–541

Прилетівши, на китицю резухи, бджола торкається першою парою ніжок і вусиками до пильників, відшукуючи дозрілі пилкові зерна. Після чого, під час переміщення по суцвіттю, до волосяного покриву бджоли налипають дозрілі зерна. У подальшому бджола щіточками передньої та середньої пар ніжок очищає

відповідно передній і середній відділ екзоскелету. Завершення процесу формування обніжки відбувається коли вона злітає над суцвіттям щоб перемістити пилкові зерна на задню пару ніжок.

На інших рослинах, яким характерне суцвіття китиця, а саме гадючій цибульці *Muscari botryoides* L. Mill і гіацинту східному *Hyacinthus orientalis* L., притаманний подібний до попереднього тип поведінки. Проте, бджоли перебували на цих рослинах не більше 1 хв, а потім, не завершуючи формування обніжки відлітали на інші. Можливо, це зумовлено низькою пилковою продуктивністю цих рослин. Вони не займають великих масивів на території України. Переважно, ці рослини вирощують як декоративні, їх медопродуктивність становить не більше 20 кг/га. Завершення формування гомогенного обніжжя відслідкувати не вдалося.

Окрім, досліджених рослин з суцвіттям китиця, поведінку бджіл вивчали на ріпаку – *Brassica napus* L. (рис. 2.6).

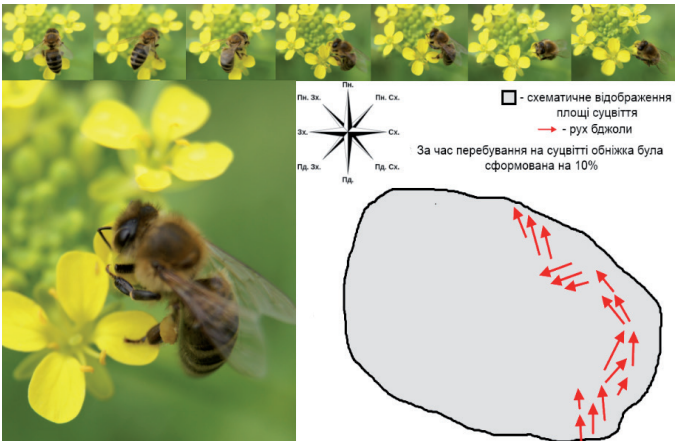


Рис. 2.6. Поведінка бджоли на суцвітті типу китиця ріпаку (*Brassica napus* L.)

Особливістю цієї рослини, на відміну від інших представників із вказаним типом суцвіть, є висока медопродуктивність. Тому поведінка бджіл відрізнялась від збиральної роботи на рихлій та щільній китицях. Спостереженнями встановлено, що бджола швидко переміщувалась на суцвітті, відшукувала нектар і працювала на кожні квітці. За цього її тіло повністю покривалося пилковими зернами. Так, на суцвітті бджоли перебували 33,92±0,204 с.

З початку формування обніжжя, бджоли витрачали 1–2 с на перельоти, надалі тривалість перебування в повітрі збільшувалась. Можливо, це зумовлено відстанню від одного суцвіття до іншого, що не перевищувала 10 см, а також тим, що через 5–7 с бджоли починали процес формування (зчісували і укладали

зерна в кошики) в повітрі. Загалом, на формування однієї ноші обніжжя бджоли витрачали 1238,60±47,778 с. Тривале перебування бджіл на суцвітті свідчить про збір у першу чергу нектару, а потім білкового корму. Проте, під час роботи бджоли з нектарниками, пилкові зерна фіксувались до її тіла мимоволі. У результаті цього, бджоли примусово очищали екзоскелет від гаметофітів.

Згідно одержаних даних, щоб сформувати одну ношу обніжжя бджола відвідує 28 – 35 суцвіть (додаток Г; табл. Г.5). Отримане обніжжя має щільну структуру, гладеньку поверхню, жовтий колір, сформоване, гомогенне, масою 15–18 мг (додаток Д).

Проаналізувавши поведінку бджіл на суцвітті поникла китиця барбарису звичайного *Berberis vulgaris* L, виявлено наступні особливості. Бджоли сідають на кінцівку суцвіття і рухаються з низу вверх. Це зумовлено тим, що суцвіття характеризується базипетальним (тобто спрямованим від верхівки осі до її основи) розкриттям квіток, тому в нижній частині китиці знаходяться нещодавно дозрілі пильники і нектар. Бджола обирає зрілі пиляки на одній чи двох квітах з суцвіття та працює на них. Перед зльотом за допомогою передньої пари ніжок, чистить хоботок і передню частину голови. Завершує процес формування обніжжя в повітрі (рис. 2.7).

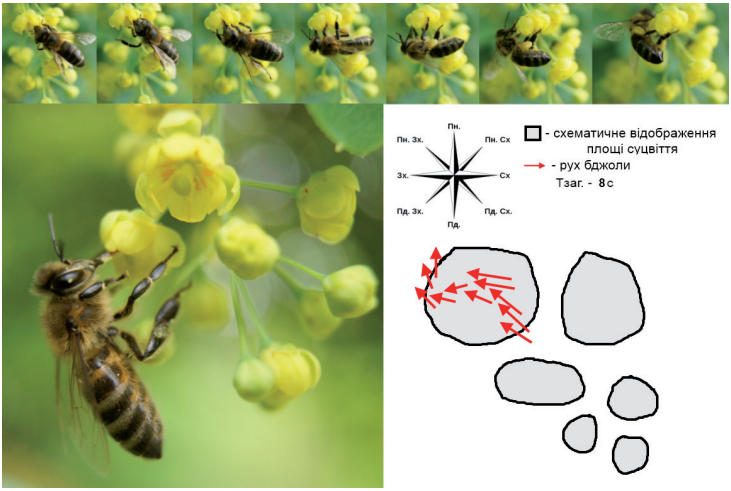


Рис. 2.7. Поведінка бджоли на суцвітті поникла китиця барбарису звичайного (*Berberis vulgaris* L.)

На відміну від льотно-збиральної роботи на інших суцвіттях типу китиця, на барбарисі бджоли витрачають більше часу на перельоти (17,31±0,381 с), а на оцвітині знаходяться не тривалий період – 7,82±0,184 с (табл. 2.6). Це означає, що бджоли в повітрі перебувають на 52 % довше ніж на суцвіттях барбарису, формуючи обніжжя з нього.

Отже, на суцвітті китиця барбарису на формування однієї ноші обніжжя бджола витрачає 479,80±17,223 с, що становить приблизно 8 хв (додаток Г; табл. Г.6). Відібране обніжжя з барбарису гомогенне, має щільну структуру, грудки великі масою близько 19 мг, у переважній більшості сформоване не повністю, але проглядається борозенка від веретеноподібного волоска (додаток Д).

Поведінка бджіл на суцвіттях типу сережка. Під час етологічних досліджень бджіл на суцвітті типу сережка верби козячої *Salix caprea* L., виявили деякі особливості. Основною з них є рух збирачок вздовж осі суцвіття (рис. 2.8).

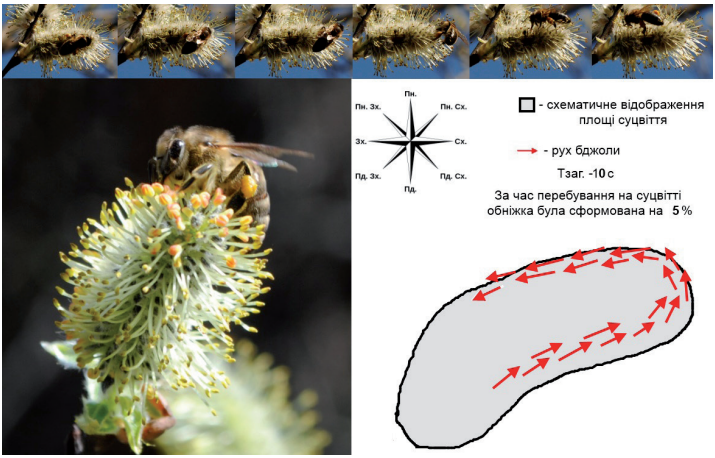


Рис. 2.8. Поведінка бджоли на суцвітті типу сережка верби козячої (*Salix caprea* L.)

При спостереженнях встановлено, що бджола лиже язичком, і а потім прокушує щелепами пильники, внаслідок чого зерна пилку висипаються і прилипають до ротових органів, де зволожуються нектаром і слиною. Це зумовлює характерний блиск обніжжя. Під час переміщення бджоли по суцвіттю, велика частина пилку з пильників висипається і затримується на волосках ніжок та тіла. Волоски пір'ястої будови, які покривають грудний відділ ї щіточки ніжок добре утримують дрібні пилкові зерна.

Після відвідування декількох суцвіть бджола, починає зчищати пилок з голови, передньогрудей і першої пари ніжок. У подальшому вона починає очищати весь екзоскелет. За одне-два очищення під час перельотів між суцвіттями бджоли повністю сформовують обніжжя.

Однак, за допомогою покадрової зйомки, вдалося дослідити окремі етапи формування обніжжя. Так, першою парою ніжок бджола очищає зволожений пилок з ротових органів, далі зчісує сухий пилок з волосків голови і склеює їх.

Суміш вологого і умовно сухого (нативний пилок містить природну вологу) пилку в обніжці зумовлює різні її відтінки за однорідного (гомогенного) складу. Другою парою ніжок бджола зчісує пилок з грудей і черевця. Ця ж пара ніжок приймає пилок, зібраний першою парою. За цього пилкові зерна скупчуються на щіточці другої пари ніжок. Далі бджола переміщує пилок до кошиків.

Другу пару ніжок бджола також використовує для ущільнення пилку в кошиках. Більшість пилкових зерен потрапляє спочатку на щіточки третьої пари ніжок із внутрішньої сторони першого членика лапки, а потім у кошик. Ніжки другої пари по черзі утримуються лапками третьої пари і протягується між ними вперед і вгору. Таким чином пилок зчісується з другої пари ніжок і потрапляє на третю пару. Потім з щіточок лапок третьої пари ніжок пилок передається в кошики на зовнішню сторону гомілок цієї ж пари ніжок.

Наблизивши обидві ніжки третьої пари до черевця, бджола рухом, що нагадує роботу насоса, прочісує гребінцем третьої пари однієї ніжки пилкову щіточку іншої. Пилок, що зібрався на одній з лапок, підхоплюється гребінцем протилежної лапки, оскільки обидві щіточки працюють по черзі. Лапка злегка відгинається назад, зіставляючи свою бічну поверхню із зовнішньою поверхнею гребінця.

За цього уся маса пилку проштовхується уздовж нижнього, злегка похилого краю гомілки і нарешті вштовхується до нижньої частини кошику. Кожна нова додаткова порція пилку притискається впритул до попередньої, і скупчений пилок одночасно рухається вгору по гомілках обох ніжок, накручуючись на веретеноподібний волосок.

Цей складний процес відбувається синхронно і дуже швидко. На суцвітті бджола зчісує пилок з голови, ротових придатків, першої та другої пари ніжок, а також грудного відділу. Подальші дії відбуваються в повітрі під час перельоту між суцвіттями, на які бджола витрачає близько 3 с (табл. 2.6). Бджоли поверталися до гнізда після відвідування 10–15 суцвіть із сформованим обніжжям (додаток Г; табл. Г.7).

Таблиця 2.6

Особливості формування обніжжя на суцвіттях типу сережка (n=5)

Показник	M±m	lim
Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	12,60±0,872	10–15
Тривалість перельоту між суцвіттями, с	2,30±0,128	2,00–2,72
Тривалість знаходження на суцвітті, с	8,33±0,245	7,58–8,93
Витрати часу на формування обніжки, с	132,20±11,231	101–160

Виявлено, що значні запаси білкового корму у період квітування верб та інстинкт бджіл, не є єдиними причинами накопичення великої кількості пилку в стільниках на весні. Ймовірно, що на це впливає і швидкість накопичення пилкових зерен у кошиках, адже на формування обніжжя бджола витрачає лише 2,6 хв.

Встановлено, що перебуваючи на суцвітті бджола витрачає на 72 % більше часу ніж на перельоти між ними. Цей факт сприяє швидкому наповненню пилкових кошиків. Ймовірно, суцільне цвітіння усього масиву куща зумовлює не значні витрати часу на перельоти між суцвіттями. Обніжжя зібране з верби не щільне, рихле, хоч велике за розмірами, але не сформоване. Проте, під час мікроскопічного аналізу обніжжя з верби, виявили гомогенність грудочки (додаток Д).

Поведінка бджіл на суцвіттях типу волоть. Поведінку бджіл на суцвітті типу волоть вивчали на квітах звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.) та синюхи блакитної (*Polemonium coeruleum* L.). Для звіробою характерна рихла волоть із розквітлою верхівкою, квіти якої розміщені на деякій відстані одна від одної та мають правильну форму. Тому, бджоли пересувались по суцвіттю, подібно, як на квітах з правильною оцвітиною.

Відмінністю поведінки на цьому суцвітті було те, що вони не очищували щіточок і не закладали обніжку в кошиках обох ніжках одночасно (рис. 2.9).

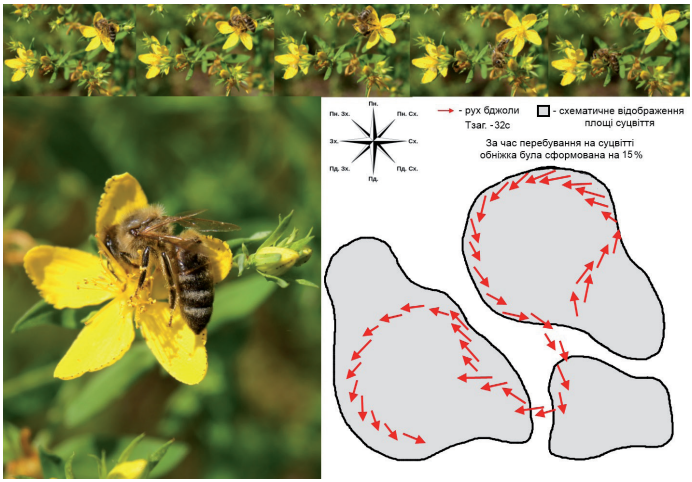


Рис. 2.9. Поведінка бджоли на суцвітті типу рихла волоть звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.)

Ймовірно, це зумовлено низькою пилковою продуктивністю рослини. Встановлено, що бджола на суцвітті типу рихла волоть рухається повільно, ривками, зупиняючись, утворюючи петлі. На суцвітті звіробою спостерігали комбінований

тип збору корму. Так, прилетівши на квітку, бджола рухається навколо андроцею, розміщуючи тіло горизонтально до землі, здається що вона лежить боком на віночку.

Під час переміщення, вона струшує дозрілі пилкові зерна з пильників на частину тіла повернуту до андроцею. Таким чином, пилок фіксується з однієї сторони, і бджола відповідно очищає одну частину тіла від пилкових зерен. Тому, формує лише одну обніжку. За умови розміщення тіла на іншій квітці, навпаки, вона формує обніжку на іншій ніжці.

Отже, особливістю збору білкового корму на суцвітті рихла волоть, є те, що обніжжя формується лише в кошику однієї ніжки, або має різні розміри. У зв'язку з комбінованим типом збору корму бджоли витрачають більше часу на формування обніжки.

Відслідкувати роботу бджоли на квітах звіробою до повного формування обніжжя не вдалося. На основі спостережень і розрахунків, можна припустити, що одна ноша обніжжя буде формуватись бджолою близько 40 хв (Додаток Д).

Синюха блакитна *Polemonium coeruleum* L. відноситься до продуктивних медоносів і пилконосів, для цієї рослини характерне суцвіття волоть, яке охоче відвідують бджоли. За сприятливих погодних умов на одному суцвітті можна спостерігати від 2 до 5 бджіл. Квіти цієї рослини мають правильну форму і зрослий віночок біля основи, що дещо обмежує рухи комах на ньому. Тичинкові нитки з пиляками викинуті за межі віночка, що спричинює поділ праці бджіл на зборі білкового чи вуглеводного кормів (рис. 2.10).

А Б

Рис. 2.10. Положення тіла бджоли на суцвітті типу волоть синюхи блакитної *Polemonium coeruleum* L.:
А – бджола прокушує пиляки і збирає пилок; Б – бджола висмоктує рідину з нектарників.

Вподовж спостережень, виявлено що 30 % бджіл, які працювали на суцвітті синюхи, не були задіяні на заготівлі нектару, а збирали лише пилок. Це зумовлює деякі особливості збору білкового корму (рис. 2.11).

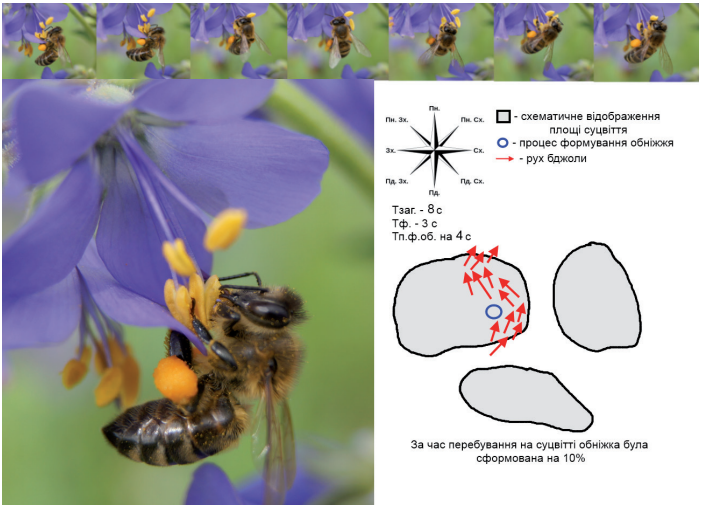


Рис. 2.11. Поведінка бджоли на суцвітті типу волоть синюхи блакитної (*Polemonium coeruleum* L.)

Прилетівши на суцвіття, бджола спочатку прощупує пильники передньою парою ніжок і вусиками, ймовірно, обираючи зрілі, або ті, які мають велику кількість пилку. У подальшому, зупинившись на одному з них, спочатку торкається до всієї площі пильника вусиками, а потім прокушує пильник декілька разів верхніми щелепами.

У результаті пилкові зерна осипаються на ротові придатки і передню пару ніжок. Після чого вона зчісує пилок щіточками першої і другої пари ніжок, у подальшому передає в кошики третьої пари і таким чином формує обніжжя. Особливістю поведінки бджоли на суцвітті типу волоть є повне формування обніжжя на квітці.

Обніжку бджола формує в декілька етапів, зупиняючись на суцвітті на третій секунді. Тривалість формування обніжки навіть за комбінованого типу збору корму досить коротка (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Особливості формування обніжжя на суцвітті типу волоть (n=5)

Показник	M±m	lim
Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	20,80±0,374	20–22
Тривалість перельоту між суцвіттями, с	2,41±0,043	2,32–2,53
Тривалість знаходження на суцвітті, с	7,34±0,132	7,04–7,71
Витрати часу на формування обніжки, с	206,40±6,772	187–228

Встановлено, що бджоли формують обніжжя з синюхи відвідавши близько 20 суцвіть. При цьому на перельоти між суцвіттями вони витрачають на 71 % часу менше ніж на перебування на самому суцвітті і роботу з пиляками. Ймовірно, це сприяє швидкому накопиченню пилкових зерен на екзоскелеті, а в подальшому і формуванню обніжжя.

Тривалість формування однієї ноші становила 206,40±6,772 с, або близько 3 хв. При цьому маса однієї висушеної обніжки становила не менше 15 мг. Обніжжя від бджіл отримували сформоване, гомогенне, щільної структури (додаток Д). Така швидкість наповнення кошика і якість обніжки притаманна лише для високопродуктивних пилконосних рослин.

Поведінка бджіл на суцвітті типу зонтик. Рослини, які мають суцвіття зонтик, у переважній своїй більшості є слабкими нектароносами. Як виняток, борщівник сибірський *Heracleum sibiricum* L., медопродуктивність якого сягає 300 кг/га. Дослідження поведінки бджіл на суцвітті типу зонтик, проводили на похідних його підтипах, які розповсюджені в Лісостеповій зоні: липі дрібнолистій *Tilia cordata* Mill, для якої характерні правильні квітки, розміщені в пазушних 3–11-квіткових щіткоподібних напівзонтиках; кизилі справжньому *Cornus mas* L., який має складні зонтики або зонтикоподібні суцвіття.

На суцвіттях кизилу бджоли рухались дуже швидко, на одному зонтику затримувались не довше 3 с (рис. 2.12).

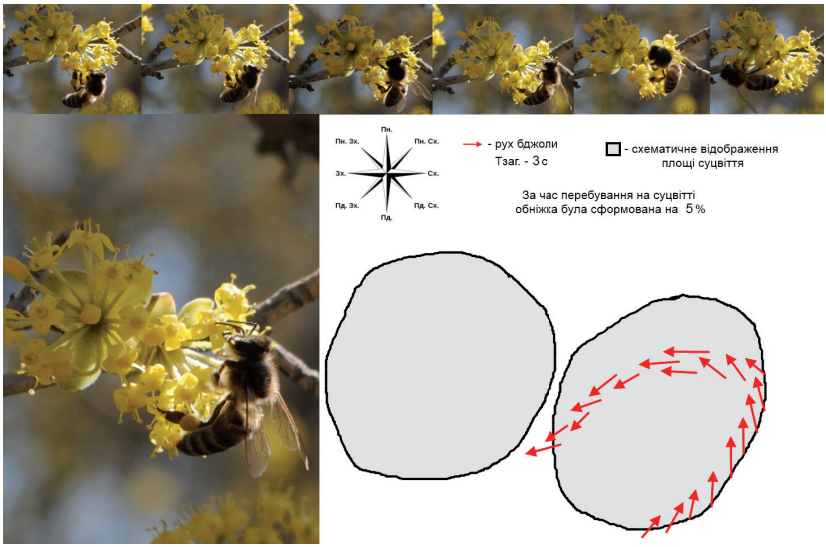


Рис. 2.12. Поведінка бджоли на суцвітті типу складний зонтик кизилу справжнього (*Cornus mas* L.)

При цьому, бджоли формували обніжжя досить повільно, тому відслідкувати тривалість наповнення одного кошика не вдалося. Такий тип поведінки спостерігали на більшості рослин, квітування яких припадає на весняний період. Бджола на суцвітті рухається по колу, проти часової стрілки і відразу за 1 с переходить на інший зонтик. Якщо суцвіття знаходиться подалі на цій же вітці, на переліт бджола витрачає 2–3 с. Провівши розрахунки, можемо припустити, що ймовірний час витрачений на формування обніжжя може становити більше 30 хв.

Поведінка бджіл на зонтикоподібних суцвіттях липи дрібнолистої *Tilia cordata* Mill характеризувалася швидким переміщенням по оцвітині та вуглеводним типом збору корму. Подвійна оцвітина квітів липи складається з 5-ти чашолистків та 5-ти пелюсток, які не перевищують 4–5 мм завдовжки. Андроцей представлений великою кількістю тичинок, які зрослися при основі в п'ять пучків та значно виступають за віночок.

Ці морфологічні особливості суцвіття спричиняють фіксацію зерен із достиглих пиляків на екзоскелет бджоли. Працюючи на нектарниках комаха замащує черевце і грудний відділ у зерна видовжених пиляків, а перед відльотом очищає тіло. Обніжку бджола формує щільної структури, гомогенну. Бджоли у більшості випадків повертаються до гнізда із сформованою обніжкою.

Поведінка бджіл на суцвіттях типу головка. Поведінку бджіл на суцвіттях типу головка вивчали на представнику родини бобових (Fabaceae) конюшині білій *Trifolium repens* L. (додаток Г; табл. Г.8). Квіти цієї рослини дрібні, неправильної форми, білі, блідо-рожеві або блідо-жовті, зібрані в головчастих щільних кулястих суцвіттях (рис. 2.13).

Суцвіття головка має акропетальне розкриття квіток, тому дозрілі пиляки знаходяться у квітах нижніх рядів. Перелічені ботанічні особливості рослини ускладнюють доступ комах до нектару та пилку. Прилетівши на суцвіття бджола розпочинає роботу із знаходження ряду розквітлих квітів і висмоктує з них нектар.

На одній головці бджола відвідує від 3 до 10 квіток, які знаходяться поряд та перелітає на іншу. При цьому, на суцвітті бджола здійснює не значні переміщення тіла відносно усієї площі головки. Збираючи нектар, вона замащує в пилкові зерна ротові придатки, що ускладнює їй роботу. Перед відльотом з суцвіття бджола, передньою парою ніжок, очищає голову і хоботок від пилку та передає його на середню пару. Подальше формування обніжжя відбувається в повітрі.

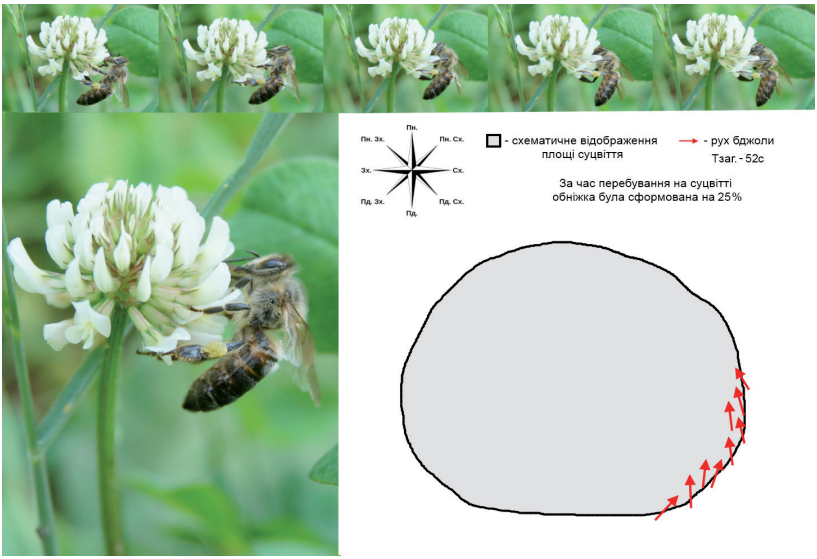


Рис. 2.13. Поведінка бджоли на суцвітті типу головка конюшини білої *(Trifolium repens L.)*

Відвідуючи квіти конюшини, на формування обніжжя бджола витрачає 1283,80±58,369 с, що становить приблизно 21 хв (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Особливості формування обніжжя на суцвіттях типу головка (n=5)

Показник	M±m	lim
Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	18,80±0,583	17–20
Тривалість перельоту між суцвіттями, с	13,84±0,233	13,26–14,58
Тривалість знаходження на суцвітті, с	55,15±2,173	48,95–59,40
Витрати часу на формування обніжки, с	1283,80±58,369	1085–1440

За цього 13,84±0,233 с бджола витрачає на перельоти між суцвіттями, що на 75 % менше часу ніж на суцвітті. Бджоли формують обніжжя досить довго, ймовірно, це зумовлено ускладненим доступом до андроцею. Обніжжя з білої конюшини малих розмірів, візуально нагадує несформоване, варіює в кольоровій гаммі від брудно-білого до сірувато-жовтого (додаток Д).

Поведінка бджіл на суцвіттях типу кошик. Суцвіття кошик характерне усій родині айстрових (Asteraceae), переважна більшість рослин якої є високопродуктивними медоносами і пилконосами. Кошик може складатися з кількох або досягати до 1500 квіток в одному суцвітті, наприклад, як в соняшника звичайного (*Helianthus annuus* L.). Діаметр суцвіть також варіює у великих межах – від 1 мм у полину (Artemisia) і до 70 см, як в соняшника звичайного (*Helianthus annuus* L.).

Квіти в суцвітті кошик різні за будовою і виглядом: одностатеві, двостатеві чи нестатеві (стерильні). Так, за особливостями будови розрізняють язичкові, трубчасті, несправжньоязичкові та лійчасті квітки, всі вони є легкодоступними для бджіл.

Особливістю андроцею є те, що тичинки зростаються з пиляками і продукують велику кількість пилкових зерен. Сприяє роботі бджіл і будова чашолистиків, вони розвинені дуже слабо, їхня вільна частина представлена волосками, зубчиками, лусками або причіпками, які створюють міцну опору для пересування комах по суцвіттю.

Поведінку бджіл на суцвітті типу кошик вивчали на кульбабі лікарській *Taraxacum officinale* Wigg. Як видно зі схеми руху бджоли на суцвітті формування обніжжя відбувається поетапно (рис. 2.14).

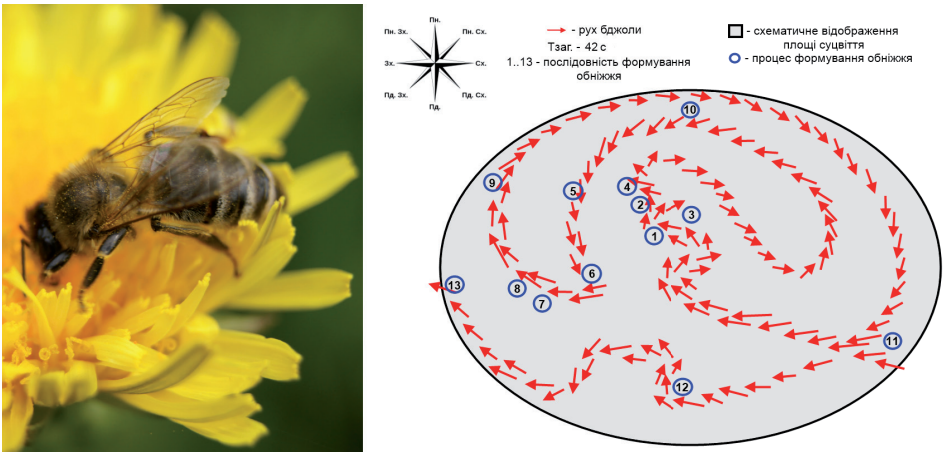


Рис. 2.14. Поведінка бджоли на суцвітті типу кошик

Визначили, що бджоли збираючи пилок на одному суцвітті типу кошик витрачають багато часу. Вони рухаються по всій площі суцвіття різноманітними петлями і кругами. За цього, бджоли не лише збирають пилок, а й висмоктують нектар з язичкових квітів.

У процесі збору пилку спочатку (1–3 етапи формування) бджола очищає лише вусики, потім (4 етап формування) охоплює і хоботок. У наступні етапи формування обніжжя бджола очищає від пилкових зерен голову, ротові придатки, вусики, а також два перших сегменти грудного відділу та передає пилок на середню пару ніжок (рис. 2.15).

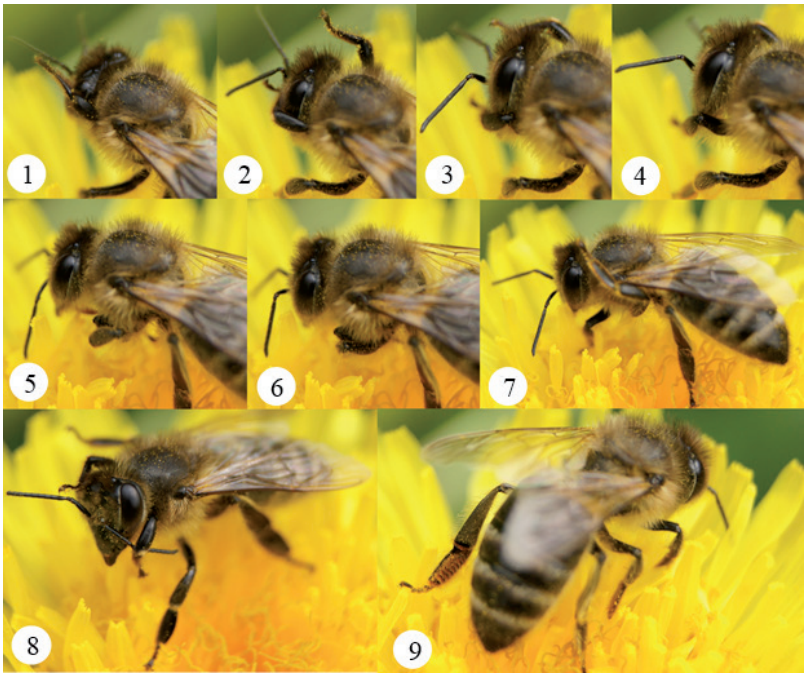


Рис. 2.15. Переміщення пилкових зерен по екзоскелету бджоли:
1–4 – очищення бджолою голови, ротових придатків; 5–6 – переміщення пилкових зерен з першої пари ніжок на щіточки другої; 7 – очищення середньогрудей другою парою ніжок від пилку; 8 – очищення вусиків; 9 – пилкові зерна переміщені на щіточки третьої пари ніжок.

Лише після 12 етапу формування на щіточках третьої пари ніжок з'являється пилок, а в кошики бджола перекладає його після того як злітає із суцвіття. Як зазначалося, рослини з суцвіттям кошик у переважній своїй більшості є продуктивними нектароносами, за таких умов спостерігається комбінований тип збору. Так, бджола збираючи нектар, який знаходиться на дні язичкових квітів, глибоко просовує голову вздовж оцвітини до джерела корму. За цього мимоволі замазується в пилкові зерна прирослих до пелюсток пиляків. Голова і вусики бджоли повністю вкриваються липкими пилковими зернами після відвідування декількох квітів. Це заважає їй працювати та орієнтуватися в просторі, адже на головному відділі екзоскелету зосереджена велика кількість органів чуття. Бджола змушена очиститися від пилку для подальшого пересування по суцвіттю. Саме цим зумовлене таке часте формування обніжжя на суцвітті кошик, на відміну від інших суцвіть.

Очистивши повністю екзоскелет, бджола продовжує збір корму і знову замащується в пилок. Процес повторюється. Після фіксації пилкових зерен на

передній частині тіла, бджола починає очищати спочатку вусики, складні очі і лицьову поверхню голови, а потім хоботок (рис. 2.15 – 1, 2, 3, 4). Далі переміщує пилкові зерна на середню і задню пару ніжок. Перед тим як знову приступити до збору корму, бджола ще раз очищає вусики (рис. 2.15 – 8).

Загалом завершення формування однієї ноші пилку відбувалося після відвідування бджолою 6 суцвіть (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Особливості формування обніжжя на суцвітті типу кошик (n=5)

Показник	M±m	lim
Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	6,00±0,316	5–7
Тривалість перельоту між суцвіттями, с	11,54±0,252	11,00–12,45
Тривалість знаходження на суцвітті, с	90,49±2,366	81,33–94,71
Витрати часу на формування обніжки, с	600,80±38,134	511–733

Встановлено, що на формування обніжжя на суцвітті типу кошик кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg), бджола витрачає близько 600,80±38,134 с або 10 хв. Отримане обніжжя переважно дрібне, має рихлу структуру, гомогенне (додаток Д). Встановлено, що формування однієї ноші обніжжя відбувається під час відвідуванні бджолою 5–7 суцвіть. Проте, на кожному із суцвіть кількість етапів формування різниться (додаток Г; табл. Г.9). Ймовірно, це пов'язано з біологічною особливістю рослини прикривати кошики в другу половину дня або за підвищення вологи в повітрі, у результаті чого зменшується площа розквітлого кошика.

Поведінка бджіл на суцвіттях типу колос. Для суцвіття типу колос характерна подовжена головна вісь, на якій розташовані сидячі одиничні квітки або колоски з декількох квіток. У першому випадку суцвіття називається простим колосом (вербена лікарська – *Verbena officinalis* L.; лаванда – Lavandula L.; шавлія – Salvia L.; пальчатокорінник м'ясочервоний – *Dactylorhiza incarnata* L.; змієголовник австрійський – *Dracocephalum austriacum* L.); у другому – складним колосом (переважно злакові). Серед медоносних рослин колосоподібні суцвіття притаманні родині губоцвітих. Поведінку бджіл на суцвіттях типу колос вивчали на квітах лаванди Lavandula L. (рис. 3.40).

За типом розкриття квітів суцвіття колос лаванди відносять до акропетальних рослин, тому бджоли під час збиральної роботи переміщуються від основи до верхівки суцвіття. Колос лаванди, як і переважної більшості губоцвітих, за щільністю розміщення квіток, переривчастого типу і складається з горизонтально розміщених кіл.

Рис. 2.16. Рух бджоли від основи до кінцівки колосовидного суцвіття лаванди *Lavandula* L. під час збору пилку

На одному колосі бджола працює на 3–7 квітах, поступово піднімаючись вверх по колах колосу. На кожній квітці бджола затримується досить довго (до 10 с), оскільки лаванда виділяє багато нектару. В інших губоцвітих також це пов'язано із ускладненим доступом до нектарників.

Андроцей знаходиться в середині оцвітини і має мікроскопічні пиляки, тому бджола замащує в пилок лише ротові придатки. Таким чином, пилок на тіло бджоли потрапляє в малій кількості, теж саме прослідковується і на інших колосоподібних суцвіттях родини губоцвітих. Спостереження показали, що тільки після відвідування 25 суцвіть пилкові зерна почали заповнювати щіточки на третій парі ніжок бджоли (рис. 2.17; а).

Рис. 2.17. Пилок на частинах екзоскелету бджоли: а – пилкові зерна проглядаються на щіточках третьої пари ніжок; б – проглядається рудий відтінок на щіточках другої пари ніжок, що свідчить про наявність на них пилкових зерен.

Це також пов'язано з тим, що для цієї групи рослин характерні пилкові зерна розміру small medium (10–25 мкм). Тому їх важко помітити на екзоскелеті бджоли

неозброєним оком. При спостереженнях за бджолою, фіксували рудуватий відтінок волосинок, який з'являвся після обліплювання частин тіла мікроскопічним пилком (рис. 2.17; б). Це вказує на переміщення пилкових зерен по екзоскелету бджоли. Дослідивши поведінку бджіл на колосовидних суцвіттях (родина губоцвітих) та провівши обчислення тривалості формування обніжжя, визначили, що отримати гомогенне або сформоване обніжжя з цієї рослини не можливо.

Поведінка бджіл на суцвіттях змішаного типу. Деякі рослини не мають чітко вираженого типу суцвіття, на одному квітконосному пагоні може поєднуватись щиток, кошик і зонтик. Такі суцвіття називають змішаними. Поведінку бджіл на суцвіттях змішаного типу вивчали на очитку їдкому *Sedum acre* L. Для цієї рослини характерне щиткоподібно-півзонтичне і з дво-п'ятиколосоподібними завійками суцвіття (рис. 2.18).

Особливістю цієї рослини є піднятий вверх андроцей. Так, бджола замащується в пилкові зерна проходячи повз дозрілі пиляки. Рослина продукує мало пилку, він дрібний і легкий, тому бджолам під час роботи з нектарниками не заважає. Це зумовлює те, що бджоли очищають екзоскелет від пилкових зерен лише в повітрі.

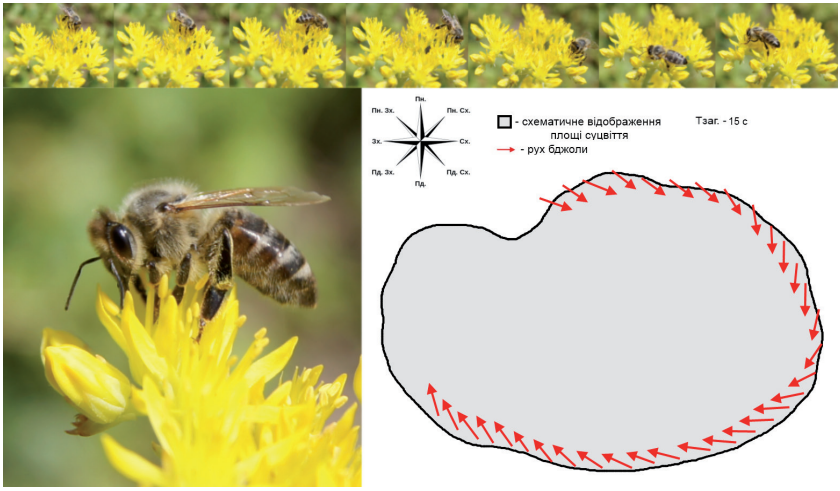


Рис. 2.18. Поведінка бджоли на суцвітті змішаного типу

Як видно з рисунка 2.18, на суцвітті змішаного типу бджола обирає найбільше доступні верхні розквітлі частини, рухається по колу за годинниковою стрілкою на щитоподібних частинах і зверху вниз на колосоподібних. Обніжку вона формує після відвідування 8–10 змішаних суцвіть (табл. 2.10).

Таблиця 2.10

Особливості формування обніжжя на суцвітті змішаного типу (n=5)

Показник	M±m	Lim
Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	9,60±0,510	8–10
Тривалість перельоту між суцвіттями, с	18,88±0,385	17,63–20,00
Тривалість знаходження на суцвітті, с	18,99±0,349	18,10–20,13
Витрати часу на формування обніжки, с	344,20±18,672	301–403

Отже, на формування однієї ноші бджола втрачає 344,20±18,672 с, що приблизно становить 6 хв. На перельоти між суцвіттями середні затрати часу становили 17,63–20,00 с. Встановлено, що під час формування обніжжя, витрати часу на оцвітині і в повітрі були майже однакові, при чому така закономірність спостерігалась на усіх 48 досліджених суцвіттях (додаток Г; табл. Г.10). Отримане обніжжя має характерний блиск для дрібних пилкових зерен, щільну структуру, воно повністю сформоване та гомогенне (додаток Д).

Дослідивши поведінку бджіл на різних типах суцвіття, визначено особливості формування і якість обніжжя за ступенем сформованості і гомогенністю. За одержаними результатами, можна зробити наступні висновки. Сформоване обніжжя було відібране в бджіл, які працювали на рихлому щитку, рихлій китиці, щільній китиці, голівці і на суцвіттях змішаного типу. При цьому у всіх випадках було отримано гомогенне обніжжя, на формування якого бджоли затрачали близько 20 хв.

Проте, це не стосується змішаного типу суцвітя, на якому бджоли витрачали лише 6 хв і суцвіття рихлий щиток, де витрати часу становили понад 30 хв. Маса обніжжя отриманого із вказаних типів суцвіть варіювала від 6 до 16 мг. Найбільшим за масою було обніжжя одержане від бджіл, які працювали на суцвітті щільна китиця (ріпак *Brassica napus* L.).

Встановлено, що для одержання гомогенного сформованого обніжжя найбільш оптимальним буде використання бджіл на суцвіттях типу: рихлий щиток (гречка *Fagopurum esculentum* Moench, медунка темна *Pulmonaria obscura*); китиця (ріпак *Brassica napus* L.); рихла китиця (дайкон *Raphanus sativus subsp. acanthiformis*); щільна китиці (резуха альпійська *Arabis alpina* L.); волоть (синюха блакитна *Polemonium coerulium* L.); головка (конюшина біла *Trifolium repens* L.); кошик (кульбаба лікарська *Taraxacum officinale* Wigg); змішаний тип (очиток їдкий *Sedum acre* L.).

За потреби одержання великої кількості обніжжя, без врахування сформованості та гомогенності (наприклад, для промислових цілей), найбільш оптимальним буде

використання бджіл на рослинах з яких вони формують обніжжя найбільшої маси. Це рослини, що мають наступні типи суцвіття: китиця (ріпак *Brassica napus* L.); поникла китиця (барбарис звичайний *Berberis vulgaris* L.); сережка (верба козяча *Salix caprea* L.); волоть (синюха блакитна *Polemonium caeruleum* L).

За потреби як найшвидше отримати бджолине обніжжя, бджіл слід використовувати на рослинах, яким притаманні суцвіття щільна китиця (резуха альпійська *Arabis alpina* L.) і сережка (верба козяча *Salix caprea* L.).

Поведінка бджіл на квітах різної морфологічної будови. З огляду на будову, квіти можна поділити за різними критеріями. У результаті дослідженнь використали поділ за доступністю пиляків і симетрією оцвітини, в окрему групу виділили попарні квіти. Визначили, що симетричність квітки прямо пропорційна симетричності розміщення апертур пилкового зерна, що значно полегшує ідентифікацію продуктів бджільництва за походженням.

Дослідили поведінку бджіл на симетричних квітах з різними типами оцвітини – зигоморфних і актиноморфних. Поведінку бджіл під час заготівлі білкового корму із зигоморфних квітів досліджували на півниках карликових – *Iris pumila* L.

Визначено, що для квітів із зигоморфною оцвітиною в більшості випадків характерні легкодоступні пиляки, на яких бджоли формують повноцінні грудочки впродовж 20 хв (рис. 2.19).

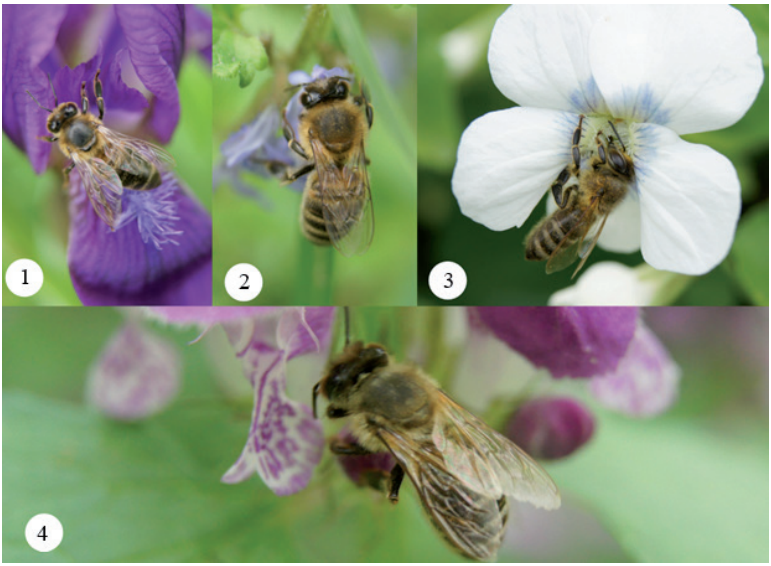


Рис. 2.19. Бджоли на зигоморфних квітах:
1 – півник карликовий (*Iris pumila* L.); 2 – розхідник звичайний (*Glechoma hederacea* L.); 3 – фіалка біла (*Viola alba* Bess); 4 – глуха кропива пурпурова (*Lamium purpureum* L.).

Проте трапляються зигоморфні квіти з частково прихованими пиляками (фіалка запашна – *Viola odorata* L.; фіалка біла – *Viola alba* Bess). Бджоли працюючи на таких рослинах формували грудочку обніжки не повністю (лише на 2 бали), тому отримати гомогенну продукцію не вдалося. Маса такої обніжки не перевищувала 4 мг (додаток Д; табл. Д.2).

Серед досліджених рослин, які мають повністю приховані пиляки вивчили поведінку бджіл на глухій кропиві пурпуровій *Lamium purpureum* L. і розхіднику звичайному – *Glechoma hederacea* L. Працюючи на цих рослинах, бджоли збирали лише нектар, обніжжя було не сформоване і гетерогенне, за масою не перевищувало 2,5 мг.

Встановлено, що актиноморфним квітам характерні лише легкодоступні пиляки. Серед них поведінку бджіл вивчали на наступних рослинах: айва (*Cydonia oblonga* Mill), груша звичайна (*Pyrus communis* L.), анемона дібровна (*Anemone nemorosa* L.), тюльпан дібровний (*Tulipa quercetorum* Klok. et Zoz), пшінка весняна (*Ranunculus ficaria* L.), нарцис (Narcissus L.).

Асиметричний тип оцвітини досліджували на попарних квітах жимолості Lonicera L., яка має легкодоступні, викинуті за віночок пиляки. Бджоли заготовляли з цієї рослини сформоване гомогенне обніжжя масою 15,95±0,15 мг у середньому за 15 хв. Дослідивши поведінку бджіл, визначили, що вони надають перевагу квітам з легкодоступними пиляками. Проте, за відсутності таких в ареалі продуктивного льоту, бджоли починають відвідувати інші рослини.

Провівши дослідження поведінки бджіл на вище зазначених квітах визначили, що сформоване гомогенне обніжжя можливо отримати з рослин, яким притаманні симетрична актиноморфна оцвітина за умови проростання таких у необхідній кількості. У радіусі льоту піддослідних сімей оптимальними для одержання сформованого обніжжя виявились айва *Cydonia oblonga* Mill і пшінка весняна *Ranunculus ficaria* L.

Продуктивним пилконосом визначено жимолость Lonicera L., з якої бджоли відлітали лише із сформованим обніжжям. Слід зауважити, що для обніжжя отриманого з квітів із частково чи повністю прихованими пиляками характерні низькі показники маси (додаток Д; табл. Д.2).

Окрім того, встановлено, що доступність пилкових зерен залежить також від типу пиляків. Пилкові зерна з інтрозних пиляків висипаються поблизу нектарників, що полегшує роботу бджіл під час формування обніжки (квіти фіалки білої – *Viola alba* Bess). Для екстрозних пиляків характерно, що пилкові зерна розсіюються по всій

оцвітині, подалі від нектарників (квіти півників карликових – *Iris pumila* L.). Тому пилок таких рослин потрапляє в обніжжя в меншій кількості, в основному його збирають лише бджоли, які заготовляють білковий корм.

Підсумовуючи одержані результати досліджень вважаємо, що пилкова продуктивність бджолиних сімей, а також якість одержаної продукції залежить від типу суцвіть рослин, будови оцвітини, андроцею, а також доступності пиляків.

2.3 Формування бджолами пилкової грудочки

Пилкова продуктивність бджолиних сімей залежить від активності льотної діяльності бджіл та їх численності. Одержання бджолиного обніжжя ґрунтується на використанні енергії під час збирання пилку, як корму, в окремі періоди пасічницького сезону. Тому збільшення пилкової продуктивності сімей можливе за умов детального вивчення факторів, які впливають на покращення показників льотної діяльності бджіл під час заготівлі білкового корму.

У зв'язку з цим на базі пасіки лабораторії «Голосіївська-навчально-дослідна пасіка» НУБіП України було досліджено: діяльність бджіл під час заготівлі пилку за різних умов нектарного взятку; залежність параметрів бджолиного обніжжя від морфологічних ознак частин тіла бджоли; процес формування гомогенного обніжжя, морфологічні відмінності бджолиного обніжжя різного ботанічного походження; етологію бджіл на різних типах суцвіть і квітах. Виникає потреба вивчення кореляційних зв'язків між морфологічними параметрами обніжжя і частинами тіла бджоли, які задіяні в утворені грудочки пилку для з'ясування залежності між ними, що дозволить розширити теоретичні знання процесу формування обніжжя.

Впродовж спостережень за процесом формування обніжжя, були встановлені частини і органи екзоскелету бджоли, які приймають безпосередню участь у переміщені зерен до кошика і утворення грудочки пилку в ньому. Це такі як: довжина волосків на грудному відділі, довжина і ширина кошика, кількість і довжина волосків на щіточці гомілки, довжина і кількість зубців на гребені гомілки. Також враховували довжину і ширину переднього правого крила (табл. 2.11). Проміри крил враховували у зв'язку з тим, що анемофільний пилок потрапляє на екзоскелет бджоли в результаті змахів крил, теоретично, це може збільшувати масу обніжжя чи впливати на його гомогенність [112, 128, 133].

Провівши морфометричні дослідження, визначили довжину волосків на щіточці гомілки, грудному відділі і тих які утворюють кошик, а також довжину зубців на гребені гомілки, яким бджола знімає пилкові зерна з щіточок другої і третьої пари ніжок. Окрім того, підрахували кількість цих волосків і зубців на 15-ти

досліджуваних препаратах. Перед препаруванням бджіл, від них з обох кошиків третьої пари ніжок відбирали обніжжя і готували препарати для визначення морфологічних ознак, а в подальшому проведення ідентифікації пилкових зерен.

Таблиця 2.11

Мінливість морфологічних ознак частин тіла медоносної бджоли – *Apis mellifera* (n=15)

Показник	M±m	Cv, %
Довжина кошика, мм	3,2±0,10	6,62
Ширина кошика, мм	1,8±0,17	3,23
Кількість волосків на щіточці гомілки, шт.	58,1±1,64	10,95
Довжина волосків на щіточці гомілки, мм	2,8±0,13	13,83
Довжина волосків на грудному відділі, мм	3,2±0,27	16,36
Кількість волосків, які формують кошик, шт.	39,5±2,69	26,40
Довжина волосків, які формують кошик, мм	3,5±0,37	20,49
Кількість зубців на гребені гомілки, шт.	18,3±0,65	13,79
Довжина зубців на гребені гомілки, мм	0,7±0,03	10,67
Довжина крила, мм	9,2±0,08	3,42
Ширина крила, мм	3,9±0,03	4,72

Біометрична обробка одержаних даних із вимірювань частин екзоскелету бджоли показала певну мінливість ознак. Високі ступені мінливості (Cv≥20 %) були характерні таким ознакам як довжина і кількість волосинок, які формують кошик. Можна припустити, що ці ознаки піддаються певним змінам впродовж життя робочої бджоли.

Низький ступінь мінливості (Cv≤10 %) встановили досліджуючи наступні ознаки: довжина і ширина кошика; довжина і ширина крила. Це вказує на незначний вплив цих показників на формування обніжжя. Відібране від піддослідних бджіл обніжжя піддали морфологічній оцінці за трьома показниками: довжина, ширина і маса. Довжину і ширину вимірювали між апроксимальними точками за допомогою окуляра-мікрометра. Окрім того кожну обніжку зважували.

Залежність між обраними морфологічними ознаками частин тіла медоносної бджоли (Apis Mellifera) та основними промірами обніжки визначали за допомогою кореляційного аналізу (табл. 2.12).

Визначено, що висока позитивна кореляція спостерігається між кількістю волосинок, які формують кошик і промірами обніжки. Так, варіювання коефіцієнта кореляції між кількістю волосинок кошика і шириною обніжки становила 0,61, довжиною обніжки – 0,80 і масою обніжки – 0,77 одиниць.

Таблиця 2.12

Коефіцієнти лінійної залежності між морфологічними ознаками тіла бджоли та обніжжя (n=15)

Ознака частин тіла бджоли	Ознака обніжки		
	маса	довжина	ширина
Довжина волосків на грудному відділі	0,47	0,33	0,28
Довжина кошика	0,63	0,48	0,39
Ширина кошика	- 0,13	0,07	- 0,04
Кількість волосків на щіточці гомілки	- 0,03	- 0,31	- 0,33
Довжина волосків на щіточці гомілки	0,16	0,23	0,20
Кількість волосків, які формують кошик	0,77	0,80	0,61
Довжина волосків, які формують кошик	0,51	0,34	0,34
Кількість зубців на гребені гомілки	0,07	- 0,16	-0,09
Довжина зубців на гребені гомілки	0,02	0,02	- 0,04
Довжина крила	0,07	- 0,03	- 0,16
Ширина крила	0,44	0,38	0,38

Нами встановлено позитивну кореляцію між довжиною волосинок, які формують кошик та основними морфологічними ознаками обніжжя (0,34–0,5). Цей факт вказує, що сформованість, відповідно і маса обніжжя залежить від ступеня опушеності екзоскелету. Тобто, «зношування» волосяного покриву бджіл, ймовірно може впливати на зменшення маси грудочки обніжжя, а значить і на пилкову продуктивність бджолиних сімей.

На формування обніжжя також впливає й довжина кошика для збору пилку. Між цією ознакою і параметрами обніжжя визначено позитивні значення коефіцієнтів кореляції від 0,39 (ширина обніжок) до 0,63 (маса обніжок). Позитивні коефіцієнти кореляції (0,28–0,47) одержали у відношенні довжини волосків на грудному відділі і параметрами обніжжя, що також показує певний вплив на їх формування.

Дослідженнями підтверджено, що деякі морфологічні ознаки екзоскелету бджоли мають позитивний вплив на розміри і масу обніжжя. А саме такі як: довжина волосків на грудному відділі тіла бджоли, довжина кошика для збору пилку, кількість та довжина волосків, які його формують. Тому, можна припустити, що в процесі зношування екзоскелету, бджола втрачає частину волосяного покриву, що призводить до сповільнення процесу наповнення кошика і зменшення маси обніжжя.

Встановлено, що в період роботи бджоли на квітах, волоски екзоскелету, окрім функцій органів чуття, відіграють значну роль у зборі білкового корму. А саме

слугують засобом накопичення пилкових зерен рослин на тілі комах. Для розширення уявлення і розуміння процесу формування гомогенного чи гетерогенного обніжжя дослідили переміщення пилкових зерен по частинах екзоскелету бджоли (рис. 2.20).

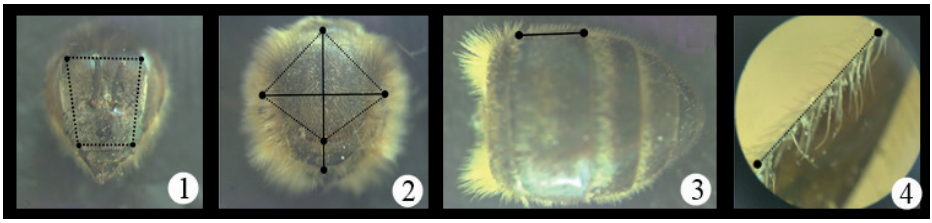


Рис. 2.20. Частини екзоскелету бджоли: 1 – перша зона, головний відділ (ок. 4 х об. 7); 2 – дуга зона, грудний відділ (ок. 4 х об. 7); 3 – третя зона, черевце (ок. 4 х об. 7); 4 – зовнішня сторона кошика для утримання пилку (ок. 8 х об. 7).

Визначали кількість волосків на кожній із зон і кількість пилкових зерен на них, а також походження гаметофітів на різних частинах екзоскелету і в обніжжі. Також враховували кількість і походження зерен, які не потрапляють до обніжжя, а залишаються в недоступних для очищення місцях тіла бджоли. Процес фіксації пилкових зерен досліджували зональноНа кожній із зон (голова, грудний відділ, черевце) визначали ділянку для вимірювання морфологічних ознак, які стосувались будови і кількості волосків. Встановлено, що волоски на різних ділянках екзоскелету бджоли мають не однакову будову. У зв'язку з цим фіксація пилкових зерен на екзоскелеті відбувається не однаково. Для першої зони характерно скупчення пилку між вусиками (рис. 2.21).

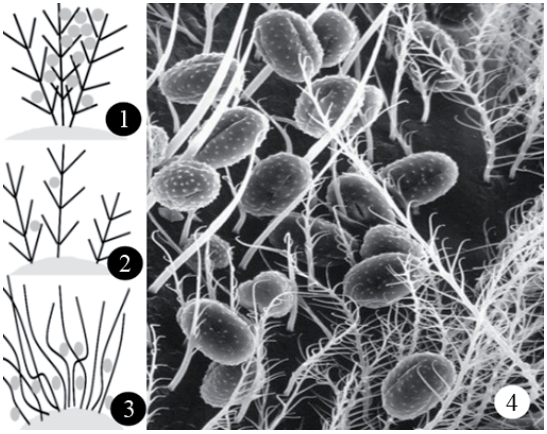


Рис. 2.21. Розміщення пилкових зерен у першій зоні: 1 – схематичне зображення пучка пір'ястих волосків і скупчення пилкових зерен на ньому; 2 – схематичне зображення пір'ястих волосків; 3 – схематичне зображення згрупованих подовжених волосків; 4 – фіксація пилкових зерен на волосках під електронним мікроскопом (PalDat).

Ймовірно, це пояснюється тим, що бджола під час очищення цього відділу не дістає до нього щіточками ніжок. Дослідженнями встановлено, що в першій дослідній зоні знаходились пилкові зерна різного ботанічного походження, але переважали ті, які формували основну масу обніжки в кошиках на задній парі ніжок. Нами з'ясовано, що волоски голови коротші ніж на грудному відділі, але довші ніж на черевці. Вони мають пір'ясту будову і розташовані пучками, між якими знаходяться подовжені гладенькі волоски. Ці гладенькі волоски знаходяться навколо складних і простих очей, антен, по швах що розмежовують поверхні головної капсули.

Кількість пилкових зерен помітно була нижчою на тих препаратах, де зменшувалась опушеність екзоскелету (додаток Б; табл. Б.1). Загалом кількість волосків у дослідженій ділянці голови становила 141,60±11,260 шт., а пилкових зерен – 371,50±37,440 шт. (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Фіксація пилкових зерен на різних зонах екзоскелету бджоли (n=10)

Ознака	Зона дослідження					
	головний відділ		грудний відділ		черевце	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Кількість волосків на ділянках, шт.	141,6± 11,26	25,15	1093,2± 37,11	10,73	617,9± 32,85	16,81
Кількість пилкових зерен, шт.:	371,5± 37,44	31,87	458,1± 74,90	51,71	230,7± 44,99	61,67
у т. ч., іншого ботанічного походження	41,7± 18,57	14,0	31,8± 12,58	12,5	3,5± 1,64	14,8

Ботанічне походження пилкових зерен першої зони порівняли із зернами, які наповнювали кошик. Так, на досліджуваній ділянці голови було визначено 41,70±18,565 шт. пилкових зерен, які не формують основну масу обніжжя, тобто визначають її гетерогенність (далі – іншого ботанічного походження) (додаток Б; табл. Б.2).

Досліджено, що волоски другої зони різної довжини розміщені густіше і пучками. Пилкові зерна на волосяному покриві грудного відділу розміщувались рівномірно, скупчень по окремих його зонах не спостерігали (рис. 2.22).

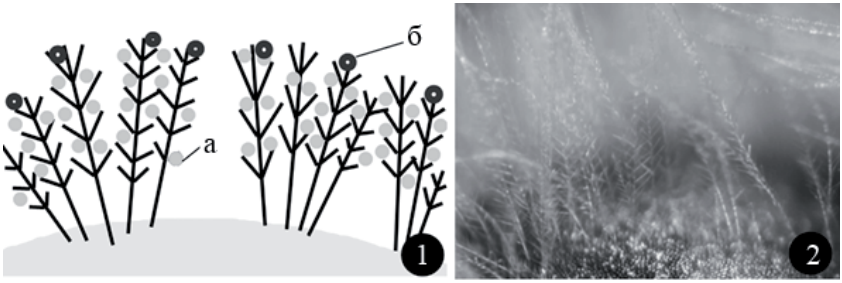


Рис. 2.22. Розміщення пилкових зерен у другій зоні: 1 – схематичне зображення; 2 – волоски під світловим мікроскопом (ок. 14 х об. 7); а – ентомофільні пилкові зерна; б – анемофільні пилкові зерна.

Переважно в другій зоні спостерігали зерна одноманітного ботанічного походження. На тергітах грудей помічали зерна анемофільних рослин. За цього пилок вітрозапильних рослин знаходився лише на кінчиках волосків (рис. 2.22; б). Ймовірно, це зумовлює зменшення кількості його потрапляння в грудочку обніжки. Встановлено, що на ділянці між крилами волосків менше на 47 % і вони коротші на 63 % порівняно із волосками по всій площині тергіта грудного відділу. Навпаки, біля основи крил волоски довші на 32 %. Порівняно з іншими ділянками екзоскелету, на грудному відділі волоски зношуються швидше. Це пов'язано із інтенсивною роботою грудних м'язів, контактуванням дорсальної частини грудей із тими чи іншими органами квітів, стінками комірок, а також видаленням волосків у результаті вичісування пилкових зерен щіточками гомілок першої та другої пари ніжок. На грудному відділі також виявлено тенденцію щодо зменшення кількості пилкових зерен у зв'язку зі зниженням його опушеності. Так, у другій зоні кількість волосинок становила 1093,20±37,106 шт., а пилкових зерен 458,10±74,906 (додаток Б). Серед досліджених пилкових зерен знайшли 31,80±12,584 шт. іншого ботанічного походження. У другій зоні ступінь гетерогенності пилкових зерен був на 31 % нижчим у порівняні з першою зоною. Ступінь мінливості цієї ознаки в другій зоні також зменшувався на 11 %. Для третьої зони характерні короткі волоски по всій її площі. Лише в ділянці плейральної мембрани, у місцях сполучення з тергітами, знаходяться подовженні волоски. Тергіти черевця вкриті найбільш укороченими волосками, які відрізняються стрижнеподібною будовою, вони масивніші, мають загострені кінці, розміщені поодиноко. Особливістю розташування волосків на черевці є те, що вони знаходяться під гострим кутом і каудально нагнуті, тому на них не затримуються зерна, які не мають виступів екзини, серед таких всі гаметофіти анемофільних рослин (рис. 2.23).

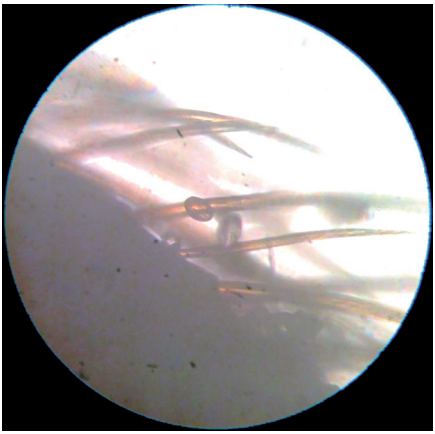


Рис. 2.23. Фіксація пилкових зерен у третій зоні (за збільшення ок. 14 х об. 7 світлового мікроскопу)

У результаті мікроскопічних досліджень, встановлено, що між волосками стрижнеподібної будови пилкові зерна фіксуються лише біля їх основи. На кінцях волосинок третьої зони зерна не виявили. Ймовірно вони взагалі не фіксуються в цій зоні або втрачаються під час перельоту бджоли. Як виключення, у деяких препаратах нами було знайдено поодинокі пилкові зерна на кінцях волосинок. Це пилок розміру small medium, якому характерна гачкоподібна, голчаста і шипувата структура екзини. Загалом, у третій зоні нараховували 617,90±32,853 шт. волосків на яких фіксувалося 230,70±44,993 шт. пилкових зерен, з них – 3,50±1,641шт. іншого ботанічного походженя. За одержаними даними, кількість волосків у різних зонах екзоскелету відрізняється. Так, найбільшу кількість волосків нараховували в другій зоні, тут їх було на 87 % і 43 % більше ніж у першій і третій зонах відповідно. Коефіцієнт варіації кількості волосків також змінювався залежно від досліджуваної зони. А саме, найнижчу мінливість спостерігали в другій зоні (10,73), а найбільшу в першій (25,15).

Цей факт вказує, що чим більше волосків знаходиться в певній зоні, тим менша мінливість цієї ознаки. Кількість пилкових зерен, які фіксувались на волосках у різних зонах також різнилась. Так, у другій зоні нараховували на 19 % більше пилкових зерен ніж у першій. При цьому ступінь мінливості був завищений (74,9 %). Цей факт свідчить про вплив на кількість пилкових зерен на грудному відділі й інших факторів, які не були нами досліджені. Тому, є необхідність подальших досліджень цих процесів у другій зоні. Проте, у співвідношенні зерен до волосків у першій зоні, на один волосок припадало 2,62 пилкових зерен, а в другій зоні – 0,42 відповідно, це вказує на кращу фіксацію зерен на голові бджоли.

У третій зоні нараховували найменшу кількість пилкових зерен, а саме на 86 % менше порівняно з першою зоною і на 12 % – з другою. Ймовірно, це пов'язано з особливістю будови волосків на черевці та незначною їх кількістю, що не сприяє фіксації великої кількості пилкових зерен. Загалом, у третій зоні на одному волоску знаходили в середньому 0,37 пилкових зерен. Ця тенденція спостерігається під час дослідження фіксації пилкових зерен у кожному піддослідному препараті (Додаток Б). Наступні дослідження стосувалися визначення ступеня гетерогенності пилкових зерен по зонах екзоскелету (рис. 2.24).

Підтверджено, що опушеність окремих зон екзоскелету впливає на ступінь гомогенності обніжжя не однаково. Але, у загальному, спостерігається тенденція збільшення гетерогенності обніжжя в результаті зменшення кількості волосків, тобто «облисіння» бджіл.

З рисунка 3.23 видно, що в кожній досліджуваній зоні за зменшення кількості волосинок зростає рівень гетерогенності обніжжя. За значного зниження опушеності, яке спостерігали в першій зоні, особливо на препаратах 8, 9, 10, рівень гетерогенності різко зростає. А саме, на голові за зменшення кількості волосків на 45 %, рівень гетерогенності зростає на 96 %; на грудному відділі – при зниженні опушеності на 15 % – на 80 %, а на черевці – із зменшенням чисельності волосків на 23 % – на 10 %.

Отже, опушеність екзоскелету бджоли впливає на гомогенність обніжжя. Проте, спостерігаючи за бджолами було встановлено, що відвідуючи рослини, які продукують велику кількість пилку, по всіх зонах їх екзоскелету, зерна візуально фіксуються рівномірно. У результаті цього формується гомогенна обніжка. Наприклад, це можна спостерігати під час роботи бджіл на соняшнику звичайному (*Helianthus annuus*) чи фацелії пижмолисті (*Phacelia tanacetifolia* Benth).

Встановлено, що під час роботи бджіл на декількох джерелах корму, у волосках першої зони залишаються пилкові зерна попередньо відвіданої рослини. Крім того, під час перельотів бджіл, на волоски грудного відділу потрапляють пилкові зерна анемофільних рослин з повітря. За таких обставин в обніжжя потрапляють зерна різного походження.

Отже, нами було встановлено, що при знижені опушеності екзоскелету пилкові зерна фіксуються на різних його ділянках у меншій кількості, що уповільнює процес формування обніжжя і призводить до зменшення його маси. У результаті цього, знижується пилкопродуктивність бджолиних сімей. Окрім того, зниження опушеності в різних зонах екзоскелету призводить до підвищення гетерогенності бджолиного обніжжя.

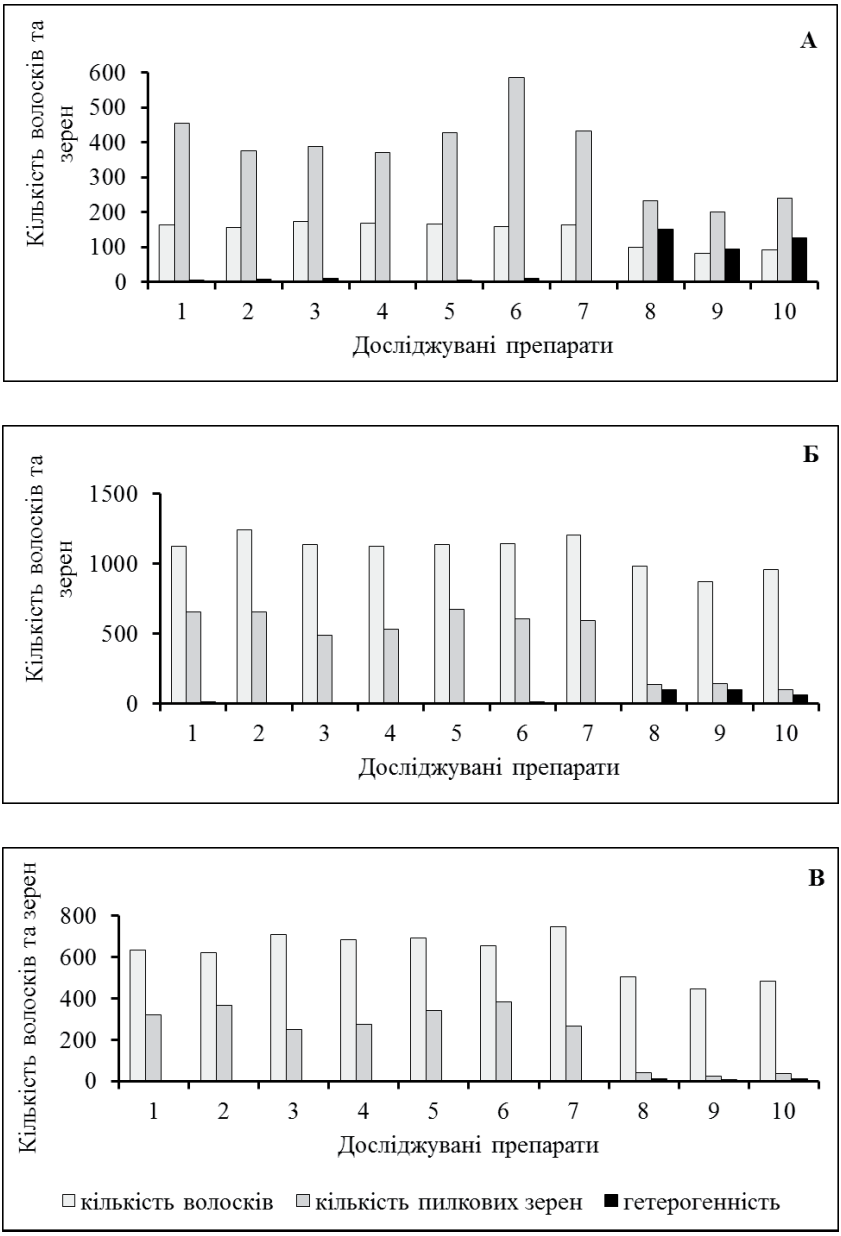


Рис. 2.24. Кількість волосків та пилкових зерен по зонах екзоскелету
(А, Б, В – досліджувані зони)

РОЗДІЛ III

ЯКІСТЬ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ

3.1 Технологічна, біологічна і біохімічна характеристика бджолиного обніжжя

Бджолине обніжжя – складний, концентрований рослинно-бджолиний продукт, який має унікальні поживні й лікувальні властивості. До його складу входять пилкові зерна насінних рослин (чоловічі гаметофіти), зібрані бджолами й оброблені секретом їх слинних залоз та нектаром [5, 8, 9].

Ще з початку XX століття науковці почали досліджувати обніжжя, яке вдалось отримати від бджолиних сімей [5, 124, 195]. Перші опубліковані праці були присвячені дослідженням біологічних особливостей процесу формування грудочки пилку. Так, у 1912 р. Д. Б. Кастіл вперше описав рухи бджоли у процесі пилкозбиральної діяльності. Проте, лише Дж. Беллінг у 1931 р. спромігся зафіксувати послідовність рухів бджіл у динаміці скориставшись кінозйомкою. Однак, одержані відеоматеріали не мали чіткого зображення, а тому йому не вдалося дослідити весь процес формування обніжки [27].

Встановлено [2, 9, 39, 79], що під час контакту з квіткою на волосяний покрив екзоскелету бджоли потрапляють пилкові зерна. Бджола вичісує їх спеціальними пристосуваннями на ніжках, ущільнює, склеює секретом залоз і нектаром. Одержані грудочки пилкових зерен вона складає в кошики третьої пари задніх ніжок, нашаровуючи їх навколо веретеноподібної волосинки, яка знаходиться в центрі кошика [63, 81, 99].

За даними науковців доведено [9, 59], що бджоли заготовляють квітковий пилок паралельно з нектаром. Тобто, під час заготівлі корму бджоли не розділяють цей процес на білковий і вуглеводний. Водночас, інші автори вказували на наявність розподілу в льотних бджіл функцій щодо заготівлі пилку і нектару залежно від періоду пасічницького сезону або наявності джерел корму в природі [26].

Однак, подальші дослідження не підтвердили достовірність наведених фактів. Так, Г. Ф. Таранов вказує на комбінований тип заготівлі кормів, за якої льотна діяльність бджіл змінюється залежно від потреби сім'ї в поживних речовинах та умов навколишнього середовища [73].

З інших даних було підтверджено відмінність пилкозбиральної поведінки бджіл залежно від видового складу рослин. Так, Ч. Паркер відмічав, що бджола обирає один з чотирьох способів заготівлі білкового корму залежно від будови квітки або суцвіття [27]. Пізніше, в 1969 р., встановлено, що бджоли мають здатність оцінювати

і обирати джерело білкового корму за інтенсивністю продукування пилку на відстані візуально, а на малих дистанціях по запаху тих чи інших видів рослин [66]. На підставі цього висунуто гіпотезу в поведінці бджіл, що така особливість пов'язана із добре розвиненим у них нюхом і зором, а саме трофічними зв'язками цих комах з медоносними рослинами, а також здатністю бачити ультрафіолетове випромінювання [38].

Багато дослідників відзначали, що за наявності значних масивів пилконосних рослин, за один виліт бджоли відвідують і запилюють квіти одного ботанічного виду [24]. Тому, вони приносять у гніздо пилок однакового ботанічного походження. За наявності в природі різних джерел корму або незначної їх кількості, бджоли заготовляють пилок із декількох видів рослин. Переважно така поведінка в льотно-збиральній роботі бджіл характерна для ранньовесняного періоду і другої половини літа [28, 39, 54].

Встановлено [29], що біохімічний склад бджолиного обніжжя досить складний, залежить від періоду пасічницького сезону, зони розміщення бджолиних сімей на період заготівлі білкового корму і видового складу рослин місцевості. Отже, поживність, лікувальні властивості і хімічний склад бджолиного обніжжя залежать від погодних умов, виду рослини, первинної обробки, умов і строків його зберігання [44, 71, 78].

Доведено [9, 19, 23, 79, 104], що порівняно з пилком, який знаходиться на пиляках андроцею чи збирається людиною вручну, бджолине обніжжя має у своєму складі біологічно активні речовини, вуглеводи, всі незамінні і замінні амінокислоти. До його складу також входить близько 30 % білків, які не поступаються за поживністю білкам молока, яловичини і яєць [30, 125].

На основі біохімічних досліджень встановлено [8, 100], що до складу обніжжя входять: коферменти, ферменти (каталаза, амілаза, інвертаза, АТФ тощо), вітаміни, нуклеїнові та органічні кислоти, нуклеопротеїди, дезоксирибоза, фолікулярні гормони (естрон), жирні кислоти (лінолева та ліноленова), ліпіди й ліпоїди (лецитин), тритерпенові, фенольні сполуки (фенолокислоти, флавоноли, лейкоантоціани, катехіни тощо), пектини, целюлоза, фітонциди, пігменти. Визначено [40, 136], що серед вітамінів у бджолиному обніжжі переважає група В, біотин, токофероли, аскорбінова і нікотинова кислоти, каротиноїди (в обніжжі жовтої акації каротину в 20 разів більше, ніж у моркві), вітамін Р (1,5 г обніжжя задовольняє добову дозу людського організму в рутині).

Встановлено [146], що бджолине обніжжя багате на солі калію (400 мг на 100 г продукту) і фосфору (190–580 мг на 100 г). Всього, в бджолиному обніжжі виявлено

28 мінералів, з яких 22 аналогічні складовим сироватки крові людини [10, 37].

За даними В. С. Лиманової та Н. В. Макарової, бджолине обніжжя має антиоксидантні властивості [4]. Цей факт підтверджено дослідженнями й інших науковців [86, 97, 107, 135]. Ю. А. Шилова та І. А. Ланкіна довели, що біохімічний склад обніжжя може змінюватись залежно від ґрунту на якому проростають пилконоси, забрудненості регіону в зоні розташування пасіки, а також від технології одержання цієї продукції [33].

Відомо [45], що бджолине обніжжя – сипка зерниста суміш твердих грудочок, маса яких коливається від 5 до 20 мг. Згідно вимог ДСТУ 4497:2005 – «Обніжжя бджолине (пилок квітковий) і його суміші» за кольором обніжжя може бути від білого до чорного; запах специфічний, приємний; смак солодкуватий, а в окремих випадках – гіркуватий.

Встановлено [57, 192], що колір обніжки є характерним для кожного виду рослин. Перш за все, він пов'язаний із кольором андроцею та оцвітини. Визначено, що забарвлення обніжки формується в результаті накопичення пилкових зерен одного чи декількох видів рослин. Відтінок у межах одного кольору може також відрізнятись, через додавання бджолами до пилку різної кількості нектару [163].

Встановлено [159], що у формуванні забарвлення пилку приймають участь зчеплені гени A, B і C. Антоціанове забарвлення проявляється за наявності гена A і одного з генів B або C, його інтенсивність варіює від слабких до сильних відтінків. Ознаки продукування і забарвлення пилку мають велике значення в якості морфологічних маркерів. Жовте базове забарвлення визначається каротиноїдами, його різноманіття (від помаранчевого до лимонного) контролюється не менше ніж вісьмома різними генами [105].

Експериментально встановлено, що забарвлення пилку деяких рослин збігається з кольором оцвітини, серед них: дзвоники персиколисті (*Campanula persicifolia*) – фіолетове; яблуні (*Malus*) та малини (*Rubus idaeus*) – біле; у ліщини звичайної (*Corylus avellana*) – золотисто–жовте; у аґрусу (*Ribes uva-crispa*) – багряне [11, 81].

Збір та заготівлю бджолиного обніжжя контролює і нормує пасічник приймаючи до уваги стан сімей та їх потреби в білковому кормі [83]. Експериментально доведено [58], що відбір надто великої кількості білкового корму знижує як розвиток, так і продуктивність бджолиних сімей. Визначено [30], що денний збір обніжжя від кожної бджолиної сім'ї повинен не перевищувати 100 г.

Доведено [55], що бджолині сім'ї мають потенційні можливості щодо підвищення пилкової продуктивності. За даними досліджень [43], інтенсифікація використання бджолиних сімей на заготівлі бджолиного обніжжя сприяла підвищенню чистого

прибутку (піддослідного господарства) на 1/3. Це особливо важливо в умовах обмежених ресурсів вуглеводного корму. Встановлено [109], що кероване використання льотної енергії бджіл дозволяє без збитків для них одержувати по 1,5–2 кг обніжжя за сезон від однієї сім'ї.

Технологія одержання бджолиного обніжжя ґрунтується на застосуванні пилковловлювачів різноманітних конструкцій [74]. Основна деталь пилковловлювачів спільна для усіх конструкцій – це пилковідбірна решітка. Тому, принцип роботи пилковловлювачів також загальний: бджола проходячи через отвори решітки втрачає обніжжя. Визначено [76], що діаметр отворів пилковідбірної решітки повинен становити 4,9–5,0 мм. Автори зазначають [8, 30, 37, 118], що збільшення отворів решітки на 0,1–0,2 мм спричиняло значне зниження пилкової продуктивності бджолиних сімей. Залежно від місця розміщення на вулику, використовують навісні, донні й магазинні пилковловлювачі [8].

Використання пилковловлювача за дотримання технологічних вимог виключає зниження продуктивності бджолиної сім'ї [79]. При цьому, забезпечують звикання бджіл до змін зовнішнього вигляду вулика в підготовчий період, який триває 3–5 днів. Впродовж нього пилковідбірні решітки вимкнені. Потім їх вмикають на весь період збирання пилку. Періодичне тимчасове вимкнення решітки пилковловлювача на другу половину дня (за умови зменшення кількості принесеного обніжжя), небажане. Це знижує льотну активність бджіл більше, ніж постійне ввімкнення решітки [67].

На льотну діяльність бджолиної сім'ї негативно впливають короткочасні періоди відбору обніжжя, які чергуються з вимкненням пилковловлювачів чи їх зніманням. На період роїння чи обльоту молодої матки пилковловлювачі вимикають [47].

Експериментально доведено [167], що за використання навісних пилковловлювачів вдалося відібрати 30–40 % принесеного бджолами обніжжя. Тривале зберігання обніжжя в лотку пилковловлювача небажане. Це може призвести до псування або зниження якості продукції в результаті гігроскопічності обніжжя та обсіменіння його мікроорганізмами. Тому обніжжя щоденно забирають з лотка [167]. Подальша первинна обробка передбачає – очищення, висушування і зберігання до реалізації в герметичній тарі [8, 45].

Для підвищення інтенсивності заготівлі бджолами обніжжя застосовують деякі технологічні прийоми – це збільшення кількості відкритого розплоду і створення в сім'ях дефіциту білкових кормів за рахунок відбору пергових стільників [59]. Як правило, підприємства, які займаються переробкою бджолиного обніжжя використовують лише свіжо одержану продукцію. З неї отримують вітамінні, дієтичні

та високопоживні добавки, концентровані продукти харчування, лікувально-косметичні засоби і лікувальні препарати із різноманітними фармакологічними ефектами: тонізуючим, мембрано-стабілізуючим, антисклеротичним, анаболічним, кардіотонічним, протианемічним, антиоксидантним, антибіотичним, протизапальним, знеболювальним, регенеруючим, адаптогенним, імуностимулюючим, радіопротекторним тощо [160].

Нині науковцями з'ясовано походження бджолиного обніжжя і особливості формування його окремої грудочки; було описано процес накопичення пилкових зерен на екзоскелеті бджоли і переміщення їх у кошик; визначено особливості льотної діяльності бджіл під час заготівлі білкового корму та трофічні зв'язки, які при цьому виникають; розроблено технологію одержання бджолиного обніжжя; визначено фізико-хімічний склад і поживні властивості продукції; досліджено процеси перетворення обніжжя на пергу [5, 8, 9, 140].

Однак, існує багато не з'ясованих питань. Поглиблене дослідження біохімічного складу бджолиного обніжжя і з'ясування чинників впливу на зміну його поживної цінності дозволить покращити якість одержаної продукції. Становлення факторів, які впливають на активізацію льотної діяльності бджіл під час заготівлі білкового корму, дозволить визначити шляхи підвищення пилкопродуктивності бджолиних сімей і збільшити обсяги виробництва продукції.

За пилковим складом бджолине обніжжя відрізняється [9]. Це обумовлено ботанічним походженням пилку, місцем і часом його збору, умовами навколишнього середовища [128]. Зважаючи на це, якісний і кількісний склад обніжжя є неоднаковим [8, 19]. Якість обніжжя регулюється державним стандартом, де описано вимоги за фізико-хімічними та органолептичними показниками [45].

Фактично, якість обніжжя безпосередньо залежить від дотримання вимог технології його одержання та обробки [8]. Встановлено [30, 37], що порушення правил відбору, висушування і зберігання бджолиного обніжжя негативно впливає на показники його якості. Свіжозібране обніжжя може зберігатися не більше 48 год [61]. Тому, з метою максимального збереження показників якості цієї продукції в господарствах проводять первинну обробку обніжжя шляхом висушування та очищення від механічних домішок [62]. За тривалого зберігання бджолиного обніжжя відбувається зниження його біологічної активності [8, 112]. Проте автори не вказують, які зміни відбуваються в біохімічному складі бджолиного обніжжя під час його висушування за різних температурних режимів і які з них є критичними для пилку.

Експериментально встановлено [26], що в бджолиному обніжжі, зібраному у весняний період, міститься в середньому 15,3 % білку, 5,6 мг/кг амінного азоту, 209,0 – аскорбінової кислоти і 12,9 мг/кг рутину (8,0–18,7). Доведено [29], біологічну активність якісного обніжжя, а саме каталазною, пероксидазною та інвертазною активністю завдяки секретам слинних залоз бджіл, які беруть участь у формуванні обніжжя. Сформоване бджолами обніжжя із весняного різнотрав'я містить 10 основних вільних амінокислот, у тому числі аспарагінову (0,33), глютамінову (0,13), серин (0,10), гліцин (0,02), треонін (0,34), аланін (0,07), фенілаланін (0,11), орнітин (0,02), лізин (0,21), а їх загальна кількість складала 1,34 мг/кг від сухої речовини [24]. Встановлено[192], що бджолине обніжжя містить ще 9–10 низькомолекулярних не ідентифікованих сполук з аміногрупою в молекулі.

Окрім біохімічних, важливим є вивчення фізико-хімічних показників обніжжя [10, 190]. Досліджуючи їх звертають увагу на первинну, гігроскопічну і загальну вологість (не більше 12,5 %), активну кислотність (не менше pH 4,04), число омилення, йодне число, кількість сирого протеїну, білка і амінокислот, а також загальну кількість азоту у перерахунку на суху речовину (не менше 3,30 %), сиру золу (не більше 3,90 % до сухої речовини), кальцію, фосфору, каротину, аскорбінової кислоти тощо. В. І. Сташенком встановлено [72], що основними мінеральними елементами бджолиного обніжжя із різних видів пилконосних рослин є калій (6,09–7,84 мг/кг), кальцій (0,66–1,50), фосфор (3,57–5,97) і сірка (1,17–1,96), у меншій мірі – магній (0,84–0,95), кремній (0,08–0,16), натрій (0,06–0,08), цинк (0,04–0,05), марганець (0,03–0,13) та алюміній (0,03–0,07 мг/кг), а в незначній кількості – залізо, мідь і кобальт. Якісне обніжжя не може бути вражене цвіллю, містити личинок, комах, сміття, пил, інсектициди, отруйні та інші сторонні домішки, а за розжовування – не повинно відчуватися хрускоту мінеральних домішок [45].

Нині актуальним є отримання гомогенного, тобто, монофлорного обніжжя. Гомогенність – це однорідність структури та генетичної природи обніжжя [184, 187]. Цей показник визначають за однорідним ботанічним складом у межах однієї обніжки. Поліфлорність – відображає зміну складу обніжжя залежно від природно-кліматичної зони і флори навколишнього середовища. Тобто, монофлорне – це обніжжя в суміші якого знаходяться лише, гранули сформовані бджолами із гомогенного пилку, зібраного із певного виду рослин (наприклад, обніжжя з фацелії) в визначеній природо-кліматичній зоні [3].

Варто враховувати, вказану в державному стандарті примітку по сформованості обніжжя [45]. У ній описано вимоги щодо вмісту часток пошкоджених окремих обніжок чи таких, що розсипалися у партії висушеної продукції. Цей показник

повинен становити не більше 2 % від загальної маси відібраної проби. Тому, з метою отримання якісної кінцевої продукції слід правильно організувати технологічні операції щодо відбору обніжжя від бджолиних сімей. Крім того, необхідно враховувати чинники які сприяють мобілізації льотно-збиральної діяльності бджіл на принесення повноцінного сформованого обніжжя [1, 144]. До таких чинників належать сила сімей, які використовують для одержання обніжжя, а також наявність достатньої кількості джерел білкового корму у природі [143]. Науковці [133, 141] вважають, що не менш вагомими факторами, які впливають на пилкову продуктивність сімей є умови навколишнього середовища та інтенсивність нектарного взятку.

Ці й інші фактори стосовно одержання сформованого обніжжя є недостатньо досліджені та мало описані в наукових працях. Окрім того, до нині відсутні науково обґрунтовані критерії за якими можливо оцінити сформованість окремої обніжки, а також не враховані особливості її морфологічної будови залежно від ботанічного походження. Потребує удосконалення методика визначення пошкоджених часток у загальній масі збору обніжжя. Тому існує необхідність їх дослідження, що дозволить поглибити теоретичні знання з біології формування білкових запасів кормів, а також забезпечить умови щодо удосконалення технології одержання якісного бджолиного обніжжя. Відомо що якість бджолиного обніжжя визначають за біохімічним і фізико-хімічним складом, який різниться відповідно до ботанічного походження та періоду збору. Однак, існує потреба дослідження інших показників якості продукції, серед яких – сформованість, гомогенність і монофлорність обніжжя. У результаті постійного поповнення теоретичних знань і практичних розробок щодо технології одержання бджолиного обніжжя, виникає необхідність розробки класифікації цього виду продукції. Це можливо за умови визначення ряду класифікаційних ознак бджолиного обніжжя різного ботанічного походження.

Отримавши якісне обніжжя необхідно дотримуватись правил первинної обробки сировини аби забезпечити тривале її зберігання. Для цього обніжжя висушують. Його вологість після обробки не повинна перевищувати 10 % [45]. Однак, застосовуючи первинну обробку пасічники висушують обніжжя використовуючи різні температурні режими, що може негативно позначитись на біохімічному складі продукції. Зважаючи на це, виникає потреба визначення оптимального температурного режиму висушування за якого найкраще зберігаються поживні речовини в обніжжі. Тому, нами було проведено хімічний аналіз вмісту основних компонентів продукції після обробки в 5-ти температурних режимах. У препаратах досліджували зміни масової частки води, флавоноїдних сполук, каротиноїдів, вуглеводів і білків.

Масова частка води. Встановлено, що дослідні препарати втрачали вологу не однаково. Порівняно з контролем, вміст води за підвищення температур 35 °С, 42, 46, 58 і 68 °С знижувався відповідно на 14 %, 51, 49, 49 і 69 %. За результатами аналізу, вимогам стандарту відповідали препарати 3 і 6 з вологістю 9,75 і 6,25 %, які сушили за температури відповідно 42 і 68 °С [45]. Вміст сухої речовини в препаратах був у межах 80,00–93,75 % (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Хімічний склад бджолиного обніжжя за різних режимів температурної обробки

(n=5)

Режим	Суха речовина, %	Масова частка води, %	Вуглеводи	Білки	Каротиноїди	Флавоноїди
			у перерахунку на абсолютно суху речовину, %			
1 контроль	80,00	20,00	32,08	21,93	0,92	10,75
2 (35 °С)	82,76	17,24	32,02	21,88	0,92	11,09
3 (42 °С)	90,25	9,75	31,86	21,26	0,84	17,47
4 (46 °С)	89,57	10,43	32,05	22,31	0,85	20,81
5 (58 °С)	89,77	10,23	31,85	22,02	0,86	16,00
6 (68 °С)	93,75	6,25	27,42	22,45	0,77	13,80

Вуглеводи. Бджолине обніжжя містить близько 30 вуглеводних сполук, більшість з них потрапляє в грудочку з нектаром. Ці вуглеводи, мають здатність сполучатися з мінеральними елементами пилку. У результаті досліджень було виявлено, що вміст вуглеводів варіює залежно від температури висушування від 27,42 до 32,08 % (табл. 3.1). За даними хімічного аналізу, вміст вуглеводів у більшості випадків був вищим за обробки за нижчих температур. Так, найвищий вміст вуглеводів виявлено в препаратах, які висушували за кімнатної температури – 32,08 %. У порівняні з контролем під час висушування за температур 35 °С, 42, 46, 58 і 68 °С вміст вуглеводних сполук у препаратах знижувався відповідно на 0,19 %, 0,69, 0,09, 0,72 і 14,53 %. Можна стверджувати про не суттєві зміни вмісту вуглеводів обніжжя під час обробки у різних температурних режимах. Проте, будь-які зміни вмісту поживних речовин свідчать про біохімічні процеси, які відбуваються за термічної обробки. Встановлено, що більш інтенсивне зменшення кількості вуглеводів, порівняно з іншими режимами висушування, відмічали за температури 68 °С, що вказує на розпад вуглеводів на радикали. Отже, висушування обніжжя за температури понад 58 °С має негативний вплив на якість продукції.

Білки. До складу бджолиного обніжжя входять різні білкові сполуки (близько 30 %), у тому числі ферменти (каталаза, амілаза, інвертаза, аденозінтріфосфотаза), коферменти і 21-на амінокислота. Тому, важливо під час висушування забезпечити

збереження цих сполук у бджолиному обніжжі. За вимогами стандарту, вміст білку у висушеному обніжжі повинен становити не менше 22 % [45]. У дослідних препаратах обніжжя вміст білку визначали за допомогою реактиву Фоліна. Встановлено, що після висушування бджолиного обніжжя за кімнатної температури вміст білку становив 21,93 %, що нижче на 0,32 % від показника передбаченого стандартом (рис. 3.1).

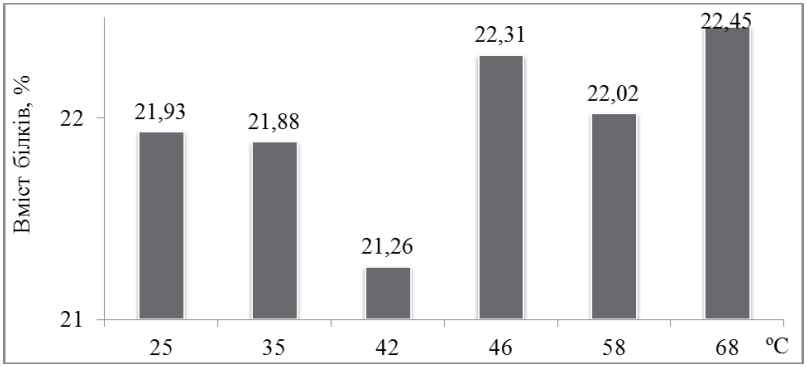


Рис. 3.1. Вміст білку в обніжжі за обробки в різних температурних режимах

Як видно з графіка на рис. 3.48, вміст білку понад 22 % виявлено в препаратах, які піддавали температурній обробці від 46 °С. Проте, висушуючи препарати обніжжя за температур 46 °С, 58 і 68 °С, визначено, що вміст білку в них відрізнявся. Найбільше, білкових сполук було в препаратах, які висушували за температури 68 °С. У порівняні з препаратами, які висушували у режимі 46 і 58 °С, вміст білків в обніжжі, яке обробляли за температури 68 °С був вищий відповідно на 0,62 і 1,78 %. Ймовірно, краще збереження білків під час висушування за температури 68 °С зумовлене швидкою їх консервацією. Однак, додаткового вивчення потребують якісні зміни білкового складу обніжжя залежно від його температурної обробки, а також її тривалості.

Каротиноїди. Один з найцінніших каротиноїдів для людини, що міститься в обніжжі – це β-каротин. Він є попередником вітаміну А. Рештки каротину, які залишаються після синтезу вітаміну накопичуються в мембранах клітин, і мають антиоксидантну дію. За нестачі провітаміну А в організмі людини спостерігається процес А-авітамінозу, що веде до глибоких змін в обміні білків, нуклеїнових кислот, підвищенню вмісту фосфатів і ненасичених жирних кислот. Каротиноїди обніжжя легко окислюються під впливом ультрафіолетового світла та за підвищення температури. Зміна забарвлення із жовтого на біле свідчить про руйнування каротиноїдів у продукції. Саме тому, одним з досліджуваних компонентів у препаратах обніжжя були каротиноїди (табл. 3.1).

Кількісний вміст каротиноїдів в обніжжі стандартом не передбачений. Він відрізняється залежно від ботанічного походження продукції. Встановлено [36], що більша кількість провітамінів, які є в обніжжі підвищує його поживну цінність. У результаті проведених досліджень було встановлено, що за різних температурних режимів обробки кількість каротиноїдів у препаратах відрізнялась. А саме, у контролі, де обніжжя не піддавали температурній обробці вміст каротиноїдів становив 0,92 % в перерахунку на суху речовину. Під час обробки за температури 35 °С кількість провітамінів у препаратах порівняно до контролю не змінилась. За термічної обробки в режимах 42 °С, 46, 58 і 68 °С кількість каротиноїдів порівняно з контрольними зразками зменшувалась відповідно на 8,7 %; 7,6; 6,5 і 16,3 %. Встановлено, що найменше каротину збереглося в обніжжі під час висушування за температури 68 °С. Це дозволяє стверджувати, що висушування бджолиного обніжжя за такої температури знижує в ньому вміст β-каротину та інших провітамінів.

Флавоноїдні сполуки. Серед флавоноїдних сполук в обніжжі найбільше виявлено кверцетину. Це флавоноїд, який має спазмолітичну, антигістаміну, протизапальну дію на організм людини, захищає клітини головного мозку від окислювального пошкодження, підвищує розумову працездатність. Він входить до групи вітаміну Р. За впливом на органолептичні властивості обніжжя, надає гіркого присмаку [45].

Відповідно стандарту вміст флавоноїдних сполук у висушеному обніжжі має бути не менше 4,5 % [45]. У всіх дослідних препаратах обніжжя за вмістом флавоноїдів відповідало вимогам стандарту, що ймовірно було пов'язано із короткотривалим впливом температурної обробки (рис. 3.2).

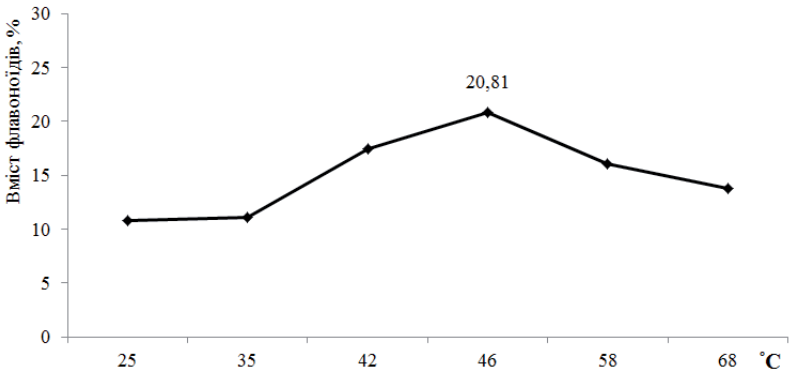


Рис. 3.2. Вміст флавоноїдних сполук в обніжжі за обробки в різних температурних режимах

Найбільше флавоноїдів збереглося під час висушування за температури 46 °С (20,81 %), а найменше – у контролі. Відмічено, значні коливання в обніжжі вмісту флавоноїдних сполук від 10,75 до 20,81 %. Встановлено, що під час висушування за температури 35 °С, 42, 58 і 68 °С кількість флавоноїдів в обніжжі зменшилась на 47 %, 16, 23 і 37 %, порівняно до препарату, який висушували за температури 46 °С. На рис. 3.49 видно, що за умов підвищення температури висушування понад 46 °С чи знижені її до 42 °С, вміст флавоноїдних сполук зменшується. Це свідчить, що оптимальний режим висушування для забезпечення збереження в бджолиному обніжжі флавоноїдів повинен становити 46 °С.

У результаті хімічних досліджень встановлено, що обробка обніжжя за різних температур зумовлює неоднакові зміни вмісту води, білків, вуглеводів, каротиноїдів, флавоноїдних сполук. А саме, в порівняні з контролем, за підвищення температури висушування препаратів обніжжя, зменшувались масова частка води на 14–69 %, вуглеводів на 0,19–14,53 % і каротиноїдів на 8,7–16,3 %. Навпаки, вплив високих температур (46–68 °С) позитивно впливає на збереженість білкових сполук в обніжжі. Так, під час висушування за температури 68 °С вміст білку в дослідних препаратах становив 22,45 %, що на 2,4 % більше порівняно до контролю. Оптимальним для збереження флавоноїдних сполук буде висушування обніжжя за температури 46 °С. За вказаного температурного режиму вміст флавоноїдів становить 20,81 %, що на 47 % більше від контролю та на 37 % більше від одержаного результату під час висушування за температури 68 °С.

Це дозволяє стверджувати, що температура висушування по різному впливає на окремі складові бджолиного обніжжя. За результатами досліджень можемо стверджувати, що для забезпечення збереження поживних речовин у бджолиному обніжжі найдоцільніше буде його висушувати за температури 46 °С. Для дослідження зміни біологічної активності обніжжя слід провести уточнюючі біохімічні аналізи на вміст ферментів, коферментів, вітамінів і амінокислот.

3.2. Методи оцінювання обніжжя та його класифікація

Отримати високоякісне обніжжя та удосконалити методику його оцінки, можливо за умов систематизації його якісних ознак. Визначення ряду класифікаційних ознак дозволяє встановити міжвидові відмінності обніжжя і характерні для них показники. До таких ознак віднесли морфометричні і біохімічні показники, ботанічне і регіональне походження обніжжя, гомогенність і монофлорність загального збору, сформованість грудочки.

Методи дослідження бджолиного обніжжя для оцінювання його якості та визначення класифікаційних ознак наведено нижче.

Дослідження морфології пилкових зерен. Дослідження пилкових зерен різних ботанічних видів рослин проводять з метою визначення їх морфологічних відмінностей. Як базову, використовують методику A. Caillas [27]. Суть цієї методики наступна: відбирають середню пробу продукту (меду чи обніжжя) масою 4 г і поміщають на предметне скельце 76х26 мм; далі зразок пилку змочують гліцерин-желатином, і розглядають під оптичним мікроскопом за збільшення ок. 7 х об. 20; знайдені пилкові зерна порівнюють з представленими в каталозі за розміром і формою. Оскільки, за цією методикою неможливо визначити морфологічні особливості подібних між собою пилкових зерен, її нами було удосконалено. Так, за використання удосконаленої методики, окрім визначення розміру і форми, було встановлено кількість та форму апертур. Для виключення впливу на морфологічні ознаки гаметофітів середовища у якому вони знаходяться, пилкові зерна піддослідних рослин вивчають у вигляді нативного пилку (одержаного з пиляків у сирому вигляді) та у складі обніжжя.

Метод дослідження нативного пилку. Відбір зразків з кожного виду рослин здійснюють за початку квітування 20 % квітконосів, що забезпечувало дозрівання пилкових зерен. Відбір пилку проводять шляхом струшування пилкових зерен з пиляків 20 квіток у стерильні мікроцентрифужні пробірки Епіндорф з кришкою, місткістю 1,5 мл. У подальшому пробірку легко перевертають декілька раз для перемішування зерен. Потім поміщають пилкові зерна на два знежирені спиртом предметні скельця, таким чином готують два препарати. Перший препарат накривають покривним склом і поміщють на предметний столик оптичного мікроскопу (наприклад, Laboval Carl Zeiss Jena) для подальших досліджень.

До пилкових зерен другого препарату градуйованою піпеткою додають 5 мг дистильованої води, перемішують скляною паличкою, накривають покривним склом і залишають на 15 хв. Обидва препарати розглядають в трьох режимах мікроскопічного збільшення: ок. 16 х об. 10 – вивчають загальний вигляд пилкових зерен, їх форму, основні великі борозни та кратери що формують загальну будову зерна; ок. 16 х об. 40 – детально розглядають форму і кількість апертур, будову виступів, гачечків, голок, шипів; ок. 16 х об. 100 – досліджують окремі площини пилкового зерна, особливості екзини. Препарати фотографують за допомогою електронно-оптичної системи для зйомки мікрооб'єктів з функцією передачі зображення на ПК (наприклад, конфокальний лазерний сканувальний мікроскоп Carl Zeiss LSM 510). Отримані зображення кожного виду рослин обстежують і визначають морфологічні відмінності

пилкових зерен. Враховують характерні відмінності структури екзини, яку описують застосовуючи міжнародну термінологію «Glossary of pollen and spore terminology» [147].

На основі отриманих даних пилкові зерна різних видів рослин групують за подібними ознаками. Беручи до уваги ряд морфологічних ознак, а саме – їх форму (куляста, еліпсовидна, паличковидна, трикутна, шестикутна), орнамент поверхні (кратери, канавки, зморшки, хвильки, шипи, гачечки, горбики, виступи), кількість апертур (в більшості випадків три). Окрім того, враховують особливі прикмети пилкових зерен деяких видів рослин (видовжене, стиснуте, вигнуте, звужене до одного з країв, проглядається забарвлення).

Метод дослідження пилку в бджолиному обніжжі. Для визначення ботанічного походження бджолиного обніжжя здійснюють відбір зразків за загальноприйнятим методом середніх проб масою 20 г, розмелюють на лабораторному універсальному млинку (наприклад, МУЛ-1) і поміщають у хімічний стакан місткістю 200 мл [45]. Для приготування препарату у стакан додають 40 мл дистильованої води і розмішують до утворення суспензії. Розчин переливають в три стерильні скляні пробірки для центрифугування по 20 мл. Далі пробірки поміщають у центрифугу лабораторну настільну (наприклад, С 2204) і центрифугують зі швидкістю 3000 об/хв впродовж 10 хв. Після цього пробірки виймають і зливають верхній шар води до поділки 10 мл. До осаду, який залишався додають по 2 мл дистильованої води, перемішують і зливають розчини в одну пробірку. Повторюють центрифугування розчину впродовж 20 хв. Після цього, градуйованою піпеткою до рівня осаду (2–3 мг) з пробірки відбирають прозорий верхній шар розчину. Скляною паличкою відбирають краплю осаду і переносять в місце для суспензії камери Горяєва. При цьому суспензію пилкових зерен наносять на обидві сітки камери і накладають покривне скло. Далі препарат поміщають в універсальну сушарку (наприклад, Vertex VR-7801) для підсихання на 30 хв. При цьому сушарку комплектують одним деком і встановлюють режим температури на 35°С. Підготовлений препарат розглядають під мікроскопом за збільшення ок. 16 х об. 40 і описують пилкові зерна за морфологічними ознаками. Під мікроскопом підраховували пилкові зерна на 4 квадратах. Кількість пилкових зерен кожного виду розраховували за формулою $X = 100n / N$, де X – кількість пилкових зерен конкретного виду, %; n – підраховане число пилкових зерен конкретного виду, шт.; N – загальне число підрахованих пилкових зерен, шт.

Ботанічне походження кожного визначеного виду встановлюють застосовуючи розроблений класифікатор пилкових зерен. Проводять відбір за наступними класифікаційними ознаками: розмір і форма зерна, кількість, розміщення і форма апертур, структура екзини і забарвлення зерна.

Монофлорність чи поліфлорність бджолиного обніжжя визначають за методикою, яка була розроблена Міжнародною комісією з біології бджіл при International Union of Biological Sciences (IUBS) [84].

Дослідження пилкової продуктивності бджолиних сімей. Для визначення факторів, які впливають на діяльність бджіл під час заготівлі білкового корму досліджують поведінку бджіл за різних типів нектарного взятку, особливості формування бджолами обніжжя залежно від опушеності їх екзоскелету, морфологічні параметри одержаної продукції. Окрім цього, здійснюють дослідження особливостей етології бджіл на різних типах суцвіть і квітах.

Вивчення льотної діяльності бджіл проводять згідно методики спостереження за бджолиними сім'ями І. О. Левченка [38]. Для цього підібрають мінімум п'ять бджолиних сімей за принципом аналогів (В. К. Кононенко). Облік льотної діяльності бджіл кожної з сімей проводять тричі на день о 9:00, 12:00 і 15:00 використовуючи лабораторний секундомір (наприклад, ПВ-53Щ, похибка приладу – ±0,05 с). Впродовж 5 хв підраховують кількість бджіл, які повертались у гніздо із сформованим обніжжям (Frisch K) [27]. Пасічницький сезон умовно поділяють на 3 дослідні періоди: 1 – слабкого нектарного взятку (клени, весняне різнотрав'я); 2 – інтенсивного нектарного взятку (біла акація, лісове різнотрав'я); 3 – продуктивного нектарного взятку (липа дрібнолиста, рослини дослідних ділянок, різнотрав'я) [56]. Облік льотної діяльності розпочинають на 5-ий день цвітіння рослин. Масу принесеного обніжжя обраховували за формулою $M_{x1...x2}$ = (Lim Nmin…Nmax) × 0,03, де $M_{x1...x2}$ – маса обніжжя, що потрапляє в гніздо за 5хв; Lim Nmin…Nmax – ліміт бджіл, що поверталися в гніздо за 5 хв з обніжжям; 0,03 – коефіцієнт умовної маси однієї ноші обніжжя в г. Отримані дані записують у журнал обліку первинних матеріалів для подальшої статистичної обробки.

Окрім того, проводять відбір обніжжя за допомогою пилковловлювачів. При цьому їх встановлюють у перший день цвітіння рослин кожного періоду, а решітку вмикають на п'ятий день. Збір сирого обніжжя з лотків пилковловлювачів здійснюють щоденно о 20 годині [62] для унеможливлювання закисання чи пліснявіння продукту. Відібране обніжжя висушують впродовж 12 год за кімнатної температури, а потім переміщають в універсальну сушарку (наприклад, Vertex VR 7801), комплектуючи її деками. Висушування проводять за температурного режиму + 35–41 °С впродовж 24 год до одержання продукції з вологістю 8 %. Після чого зважують на лабораторних електронних вагах (наприклад, BDM 1.5 з похибкою ±0,05 г). У подальшому проводять визначення морфометричних показників бджолиного обніжжя.

Морфометричні дослідження обніжок. Обніжжя бджолине зібране в різні періоди за певного типу медозбору досліджують використовуючи загальноприйняті мікрометричні методи та метод пилкового аналізу [166]. Відбір зразків із загального збору обніжжя за кожний період здійснюють методом середніх проб [48]. З усієї маси відбирають 200 г обніжжя. Препарати пилку готують шляхом відбору з середньої проби по 20 окремих обніжок одного ботанічного виду. Ширину та довжину обніжжя досліджують під мікроскопом (МБС-10 за збільшення ок. 8 х об. 4) шляхом вимірювання за допомогою окуляра-мікрометра. Масу окремих обніжок визначають за допомогою вагів з абсолютною похибкою вимірювання ±1 мг. Гомогенність і ботанічне походження бджолиного обніжжя встановлюють методом дослідження нативного пилку.

Сформованість обніжжя. Дослідження якості бджолиного обніжжя за показниками сформованості визначають наступним чином [173]: від зібраного обніжжя по кожному з періодів пасічницького сезону здійснюють відбір зразків масою 100 г методом середніх проб [48]. Препарати готують шляхом виокремлення 20-ти обніжок різного ботанічного походження в окремі групи і обстежують під мікроскопом. Сформованість грудочок обніжжя визначають за морфологічними ознаками – формою грудочки, структурою поверхні, ступенем виразності борозенки. При цьому обов'язково враховують, що кондиційна маса сформованої обніжки (з вологістю не більше 8 %) не повинна бути меншою 5 мг [173]. Форму грудочки обніжжя визначають за подібністю на біб (що є характерним для неї) і переважанням проміру ширини над висотою [33]. Візуально встановлюють відмінності структури поверхні сформованого і не сформованого обніжжя. А саме – щільність, рихлість, наявність окремих пилкових зерен на поверхні, надколів та інших пошкоджень. Досліджують борозенку на вентральній частині грудочки обніжжя, яка утворилась у результаті її кріплення до веретеноподібної волосинки кошика для збору пилку. Визначають ступінь її виразності – добре виражена, слабо виражена, проглядається, відсутня.

Вивчення поведінки бджіл на суцвіттях рослин і квітів різної будови. Дослідження поведінки бджіл на суцвіттях рослин проводять шляхом спостереження, застосовуючи методику N. Tinbergen [27]. Для фіксування позиції тіла бджоли на квітах різних видів рослин у динаміці використовують серійну фотозйомку 10 к/с з розширенням 4912 х 3264 pix і роздільною здатністю 350 ppi. Зйомку здійснюють за допомогою професійних фотокамер (наприклад, Sony Alpha SLT-A55 з об'єктивом 18–55 мм Kit) на відстанівід об'єкту не більше 50 см. Одержаний цифровий матеріал графічно обробляють за допомогою програмного забезпечення Paint.NET, Microsoft.

NET Framework і вибудовують схеми руху бджіл по кожному типу суцвіття. Тривалість формування обніжжя визначають за допомогою вбудованого таймера фотокамери і обробляють біометрично [48], використовуючи оператори Microsoft Excel.

Визначення гомогенності та монофлорності бджолиного обніжжя. Від зібраного обніжжя по кожному з періодів пасічницького сезону здійснюють відбір зразків масою 100 г методом середніх проб [48]. Препарати готують шляхом виокремлення 20-ти обніжок різного ботанічного походження в окремі групи і обстежують їх під мікроскопом. Гомогеність обніжжя визначали методом пилкового аналізу. Спочатку готують фіксовані препарати з подрібненою обніжкою, а потім за допомогою класифікатора співставляють відповідність пилкових зерен до певного ботанічного виду рослин. Монофлорність загального збору бджолиного обніжжя визначають шляхом обчислення відсоткового співвідношення пилку різних ботанічних видів у загальному зборі [84, 150]. Відбір зразків для проведення дослідження здійснюють застосовуючи метод відбору середньої проби масою 200 г. Відібрані проби переміщують на папір з модульною сіткою рівних квадрантів та проводять підрахунок обніжжя по окремих ботанічних видах.

Відсоткове співвідношення окремих видів обніжжя визначають за формулою Rp = 100Np / S, де Rp – кількість грудочок обніжжя конкретного виду (відсоток поліфлорності), %; Np – підраховане число грудочок обніжжя конкретного виду, шт.; S – загальне число підрахованих обніжок у пробі, шт. За наявності в пробі більше 20 % обніжжя іншого ботанічного походження, його вважають поліфлорним. Одержані результати систематизують для визначення класифікаційних ознак за методикою проектування баз даних.

Дослідження хімічних показників бджолиного обніжжя. Серед хімічних показників, які визначають якість бджолиного обніжжя досліджують вологість, масову частку води та флавоноїдних сполук, вміст каротиноїдів, вуглеводів і білків. Використовуть загально визначені хімічні методи для продуктів харчування [45]. Зразки для хімічних аналізів беруть методом середньої проби із загального збору бджолиного обніжжя за один пасічницький сезон. За контрольну пробу використовують обніжжя, яке не піддають термічній обробці. Цей зразок зберігають впродовж 12 год за кімнатної температури (+25–30 °С) в приміщені з налагодженою вентиляцією, тобто, висушування організовують природним шляхом. Або зразки обробляють термічно за режиму температури + 35–41°С.

Визначення масової частки води. Середню пробу бджолиного обніжжя ретельно перемішують і шпателем відбирають наважки по 10 г, перекладають

в сухі попередньо зважені бюкси і закривають їх притертими кришками. Бюкси з бджолиним обніжжям зважують на лабораторних електронних вагах (BDM 1.5) з похибкою ±0,05 г і кладуть в шафу-термостат, відкривають кришку і висушують впродовж 4 год за температури 103–105 °С. Після закінчення сушіння бюкси закривають кришками, переносять в ексикатор для охолодження, через 20 хв зважують. Масову частку води (В) у відсотках визначалють за формулою

$$B = \frac{M - M_1}{M - M_2},$$

де М – маса бюкси з бджолиним обніжжям до сушіння, г; M_1 – маса бюкси з бджолиним обніжжям після сушіння, г; M_2 – маса пустої бюкси, г. Визначення масової частки води в бджолиному обніжжі проводять у двох паралельних наважках кожного зразку, який аналізують та вираховують з точністю до 0,1 %.

Визначення масової частки флавоноїдних сполук (кверцитину). До наважки 0,2 г бджолиного обніжжя додають 4 мл дистильованої води, ретельно перемішують. До розчину додають 20 мл ацетону, перемішують і залишають в темному місці на 1 год. Після цього перемішують і фільтрують через паперовий фільтр у конічну колбу. Вимірюють оптичну густину одержаного розчину на фотоелектроколориметрі (КФК-3-01), використовуючи світофільтр № 3 з довжиною хвилі 400 нм з товщиною шару 10 см^3. Кількість флавоноїдних сполук (Ф) у відсотках вираховують за формулою:

$$Ф = \frac{Д \cdot 24}{8{,}37 \cdot a},$$

де Д – оптична густина розчину, який досліджували;

24 – розведення, мл; 8,37 – коефіцієнт пропорційності оптичної густини і концентрації флавоноїдних сполук за довжини хвилі 400 нм; а – наважка продукту, г.

Визначення вмісту каротиноїдів. Наважку 0,1 г ретельно розтирють у фарфоровій ступці з безводним сульфатом натрію (орієнтовно 100 мг) до однорідної маси. Додають 10 мл ацетону, ретельно перемішують, екстрагують впродовж 10 хв. Потім вміст ступки фільтрують через паперовий фільтр у мірні пробірки, ступку промивають невеликими порціями ацетону, який переносять на той самий фільтр. Об'єм ацетонового екстракту доводять до 20 мл і вимірюють оптичну густину екстракту. Вимірювання проводять в кюветі з товщиною світлопоглинального шару 10 мм на синьому світлофільтрі (довжини хвилі 450 нм) проти чистого ацетону. Вміст каротиноїдів визначають за графіком побудованому по біхромату калію. Вміст каротиноїдів (Х), у мікрограмах на один грам бджолиного обніжжя, визначають за формулою

$$X=\frac{A \cdot V}{M},$$

де А – концентрація каротиноїдів, визначених за градуювальним графіком, мкг; V – кінцевий об'єм екстракту, мл; М – маса наважки, г.

Визначення кількості вуглеводів за методикою M. Dubois et al. [170]. Метод ґрунтується на здатності як вільних вуглеводів, так і моносахаридних залишків гомо- і гетеро полімерів, давати жовто-коричневе забарвлення за умови реакції фенолу з сірчаною кислотою. До 0,04 мл досліджуваного розчину додають 0,460 мл H_2O, 0,5 мл 5 % фенолу і 2,5 мл H_2SO_4 (конц.). Витримують суміш за кімнатної температури впродовж 40 хв. Вміст вуглеводів визначають на спектрофотометрі СФ-26, за довжини хвилі 490 нм у кюветах товщиною 1 см, у відповідності зі стандартними кривими, які попередньо будують за глюкозою.

Визначення вмісту білка проводять згідно методу O. Lowry et al. з використанням реактиву Фоліна (O.K.O. Folin) [155]. Метод ґрунтується на утворенні фарбованих продуктів ароматичних амінокислот з реактивом Фоліна в поєднанні з біуретовою реакцією на пептидні зв'язки. Для дослідження використовують наступні реактиви: 10 % Na_2CO_3 в 0,5 н NaOH (реактив 1); 0,5 % $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ у 1 % розчині $NaKC_4H_4NaKO_6$ (реактив 2); реактив Фоліна 1 н розчин; стандартний розчин білка (бичачий альбумін).

Визначення ознак класифікацікації бджолиного обніжжя. Оскільки, якість бджолиного обніжжя залежить від його ботанічного походження, морфологічних показників та біохімічного складу, проводять групування пилкових грудочок за класифікаційними ознаками. За основну морфологічну ознаку обніжжя беруть масу окремих пилкових грудочок, яку визначають за допомогою вагів. У подальшому групують обніжжя за призначенням медоносних рослин і періодом пасічницького сезону для зорієнтування на певні ботанічні види з метою полегшити визначення походження продукції. Ботанічне походження пилкових зерен визначають методом пилкового аналізу [27], ідентифікацію здійснюють за класифікатором. За оцінювання продукції враховують такі показники як, монофлорність загального збору обніжжя, сформованість, і гомогенність окремих пилкових грудочок.

1. Маса однієї обніжки. За результатами наших досліджень, серед відібраних зразків за 2 пасічних сезони, обніжжя було розподілено на 3 групи, які відрізнялись за масою однієї грудочки. До першої групи віднесли види рослин з яких бджоли формують обніжку масою менше 7 мг. Друга група містила види рослин з яких бджоли формують обніжку масою від 7 до 9 мг. У третій групі була найбільша

кількість представників, це рослини, пильники яких продукують багато пилку. Бджоли з них формують обніжку масою понад 9 мг (рис. 3.3).

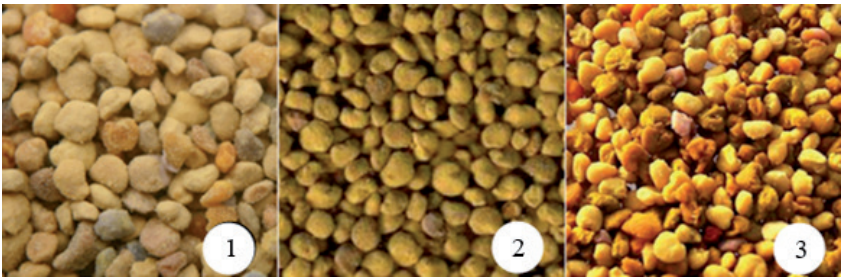


Рис. 3.3. Класифікація бджолиного обніжжя за масою пилкової грудочки:
1 – обніжжя масою більше 9 мг; 2 – обніжжя масою від 7 до 9 мг; 3 – менше 7 мг (збільшення фотокамерою Sony Alpha SLT–A55 – x3).

Дослідженнями підтверджено, що маса обніжжя може відрізнятися залежно від умов навколишнього середовища і виду рослин з яких воно зібране. Так, за підвищення температури вище 30 °С льотна діяльність бджіл знижується на 30 %. У дощову погоду та 12 год після неї, у результаті підвищення вологості повітря, бджоли майже не заготовляють пилок. За одержаними даними маса обніжжя може різнитися залежно від виду рослин з яких бджоли збирали пилок.

Обніжжя першої групи (масою більше 9 мг) можливо одержувати за використання бджолиних сімей на таких весняних медоносних рослинах – медунка темна (*Pulmonaria obscura* L.), анемона дібровна (*Anemone nemorosa* L.), проліска лісова (*Scilla bifolia* L.), пшінка весняна (*Ranunculus ficaria* L.), родина вербові (Salicaceae). Одержати якісне обніжжя першої групи можливо за використання бджіл на плодових насадження і медоносах спеціального призначення. Серед літніх медоносів – це липа дрібнолиста *Tilia cordata* Mill і соняшник *Helianthus annuus* L.

2. Призначення медоносних рослин. Флора пилконосних рослин нараховує тисячі видів. Тому раціонально, розділити їх на групи за призначенням: рослини орних земель сільськогосподарського призначення; рослини природних і штучних лугів із значною перевагою кормових трав; рослини пасовищ; дерева і кущі лісів, парків, лісосмуг; плодові насадження; квітучі декоративні культури; рослини, що не відносяться до жодної з груп. Необхідно класифікувати обніжжя, визначивши спочатку тип насадження і призначення рослин з яких воно було зібране. Такий підхід значно полегшує подальшу ідентифікацію обніжжя. Оскільки, якщо відомо, що бджолині сім'ї підвозили до лісових і паркових насаджень, не має необхідності ідентифікувати в обніжжі пилок рослини сільськогосподарського призначення чи декоративні.

3. Період пасічницького сезону заготівлі продукції. Найінтенсивніше бджоли збирають квітковий пилок навесні з метою забезпечити нові генерації білковим кормом. Але, у господарствах, що спеціалізуються на заготівлі бджолиного обніжжя, здійснюють відбір впродовж усього пасічницького сезону. Тому бджолине обніжжя доцільно класифікувати за сезонністю на весняне, літнє і пізньолітнє.

Відомо, що біохімічний склад бджолиного обніжжя багатий на життєво важливі для людського організму речовини, наприклад: альбуміни, амінокислоти, вітаміни, рутин, антибіотики, стимулятори росту тощо. Але пилок різних видів рослин відрізняється за своїм складом.

У весняному поліфлорному зборі обніжжя переважає пилок з деревних порід, а отже характеризується підвищеним вмістом мінеральних речовин і деяких вітамінів. Літнє обніжжя багате на вміст фітогормонів і фітонцидів завдяки великій кількості ботанічних видів у загальному зборі.

Пізньо-літнє зібране з дикоростучих трав'яних видів рослин або рослин сільськогосподарського призначення. Найпоширенішим представником пізньо-літнього обніжжя є монофлорний збір з соняшника звичайного (*Helianthus annuus* L.) або поліфлорна суміш зі значним його вмістом. Відомо [131], що таке обніжжя має природні блокатори розвитку ракових клітин людського організму.

4. Ботанічне походження. За ботанічним походженням бджолине обніжжя нараховує сотні десятків представників, які відповідають ботанічному виду рослин з яких бджоли збирали пилок. Кожен з видів потребує детального вивчення за морфометричними і біохімічними показниками. Для прикладу було досліджено 4 види обніжжя за ботанічним походженням (рис. 3.4).

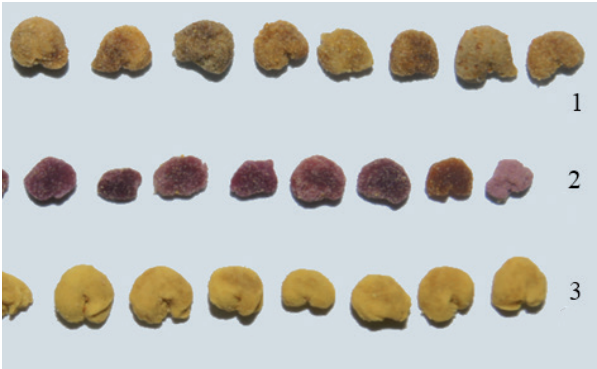


Рис. 3.4. Зовнішній вигляд обніжжя різних ботанічних видів (збільшення фотокамерою Sony Alpha SLT–A55 – x10): 1 – клен звичайний (*Acer platanoides* L.); 2 – гречка посівна (*Fagopyrum sagittatum* Libib); 3 – соняшник звичайний (*Helianthus annuus* L.); кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg).

На рис. 3.4 видно, що кожен з видів відрізняється за морфологічними параметрами, формою і структурою поверхні. Провівши мікроскопічні дослідження обраних видів, було визначено їх відмінності за морфологічними параметрами сформованістю і гомогенністю.

У табл. 3.2 подано морфометричні характеристики кожного з піддослідних видів обніжжя.

Таблиця 3.2

Видові відмінності бджолиного обніжжя за ботанічним походженням

Показник	Назва рослини			
	клен звичайний *(Acer platanoides)*	**гречка посівна *(Fagopyrum sagittatum* Libib*)***	**соняшник звичайний *(Helianthus annuus)***	**кульбаба лікарська *(Taraxacum officinale* Wigg*)***
Ширина, м±m, мм	3,43±0,120	2,45±0,130	3,19±0,100	2,35±0,110
Довжина, м±m, мм	2,05±0,130	1,15±0,170	2,54±0,100	1,12±0,080
Маса, м±m, мг	12,59±0,610	6,54±0,520	11,96±0,400	6,74±0,140
Гомогенність	–	+	+	+
Сформованість	4	3	5	3

З матеріалів табл. 3.2 видно, що за сформованістю грудочки обніжжя суттєво відрізняються. Так, було здійснено оцінювання обніжжя за ступенем сформованості від 3 до 5 балів. Також, один з видів обніжжя був гетерогенним, що означає домішки пилкових зерен інших ботанічних видів. Проаналізувавши літературні джерела прийшли до висновку, що за вмістом мінеральних речовин [88] і біохімічним складом [71, 72, 80] обніжжя різного ботанічного походження також відрізняється.

5. Гомогенність – характеризує однорідність обніжжя за складом, походженням, властивостями. Тобто, в окремій обніжці знаходяться пилкові зерна одного виду рослин. Гомогенне обніжжя можна отримати на великих масивах сільськогосподарських культур, де в зоні продуктивного льоту бджіл інших джерел білкового корму не виявлено (рис. 3.5; 1).

Одержання гомогенного обніжжя передбачає особливі умови використання природних джерел корму, щоденний збір і контроль, незначна його кількість, своєрідний біохімічний склад. Таке обніжжя ціниться завдяки своїм особливим біохімічним властивостям, тому науковці розробляють способи одержання гомогенного обніжжя.

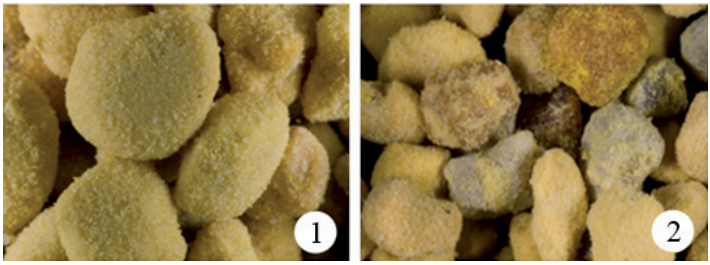


Рис. 3.5. Класифікація бджолиного обніжжя за гомогенністю – збільшення фотокамерою Sony Alpha SLT–A55 – x15 (1 – гомогенне; 2 – гетерогенне)

Теоретично, у гомогенну обніжку може потрапити анемофільний пилок, але при цьому слід врахувати, що анемофільні види рослин переважно квітують весною, а інтенсивні медозбори здебільшого характерні для літнього періоду. Тому з метою одержання гомогенного обніжжя відбір слід здійснювати в другій половині пасічного сезону.

Виключенням є медозбір білої акації (*Robinia pseudoacacia* L.). У результаті низької пилкопродуктивності цієї рослини від неї взагалі не можливо отримати товарне обніжжя. У період медозбору з акації, якщо виникає потреба, частина бджіл переключаються на інші рослини з метою поповнення запасів білкового корму, зменшуючи вильоти на основне джерело нектару. Практично не доведеною залишається теорія, про дресирування бджіл на збір гомогенного обніжжя. За підтримуючого медозбору, навесні чи за відсутності стабільних джерел корму, бджоли відвідують всі можливі медоноси в радіусі 3 км і пилконоси – 1 км. Тому, у Лісостеповій зоні переважно отримують обніжжя, що містить пилкові зерна різних видів рослин, тобто гетерогенне. Слід зауважити, що гетерогенність стосується не загального збору, а однієї обніжки.

6. Поліфлорність – відображає зміни ботанічного складу обніжжя залежно від флори навколишнього середовища і пилкопродуктивності рослин у загальному зборі. У більшості випадків бджільницькі господарства одержують поліфлорне обніжжя. Монофлорний збір – це сукупність гомогенного обніжжя (рис. 3.6).

Незалежно від ботанічного походження пилкових зерен у складі поліфлорного обніжжя, його також можливо класифікувати за попередньо вказаними ознаками. Так, поліфлорне обніжжя можна класифікувати, як одержане з плодових дерев, лугового різнотрав'я, сількогосподарських насаджень чи іншого походження. Поліфлорне обніжжя можна класифікувати на весняне, літнє чи пізньолітнє. Окрім того, його можливо оцінити за сформованістю грудочок.

Рис. 3.6. Види монофлорного і поліфлорного обніжжя (збільшення об'єктива фотокамери Sony Alpha SLT–A55): 1–5 – монофлорне; 6–10 – поліфлорне

7. Сформованість – ознака, яка характеризує відповідність грудочок пилку еталонній формі повністю сформованої обніжки. Оцінку за ступенем сформованості можливо проводити застосовуючи розроблену нами шкалу. Кількість обніжжя, що відповідає балам від 0 до 2 повинна становити не більше 2 % від загального збору. Обніжжя високої якості оцінюють у 4 і 5 балів. Бджоли приносять квітковий пилок

до гнізда у вигляді грудочок на задній парі ніжок на спеціальних пристосуваннях – кошиках. Сформованим вважають обніжжя, яке за формою нагадує біб чи нирку (рис. 3.7).

Рис. 3.7. Сформоване (обведене колом) і не сформоване обніжжя
(збільшення фотокамерою Sony Alpha SLT–A55 – x15)

Під формою обніжжя мається на увазі зовнішній тривимірний контурний вигляд чи конфігурація грудочки пилку, яку утворюють бджоли в результаті поєднання складних рухів очищення екзоскелету і передачі пилкових зерен у кошики.

Бджола формує обніжку поступово, шляхом накопичення і склеювання пилкових зерен. Під час зчісування пилку з голови і ротових придатків, бджола додає нектар і секрет верхньощелепних залоз, що допомагає склеюванню і надає обніжці ниркоподібної форми. З рисунка 3.7 видно впадину з лівого боку, яка виникає внаслідок утримання обніжки на веретеноподібному волоску кошика. Нами з'ясовано, що на початку формування обніжки пилкові зерна нагромаджуються навколо волоска шарами, а згодом бджола приклеює їх лише на латеральній поверхні грудочки. Такий спосіб формування спричиняє специфічну форму обніжжя. Під час обстеження не озброєним оком, поверхня обніжки здається гладенькою і блискучою, але під мікроскопом можна виявити нерівності, рихлість поверхні і окремі пилкові зерна на ній. Однак, не слід плутати ці особливості з ознаками порушення технології первинної переробки бджолиного обніжжя, у результаті чого воно може бути розплющене, зруйноване або взагалі розпадатися на окремі частини (рис.3.8).

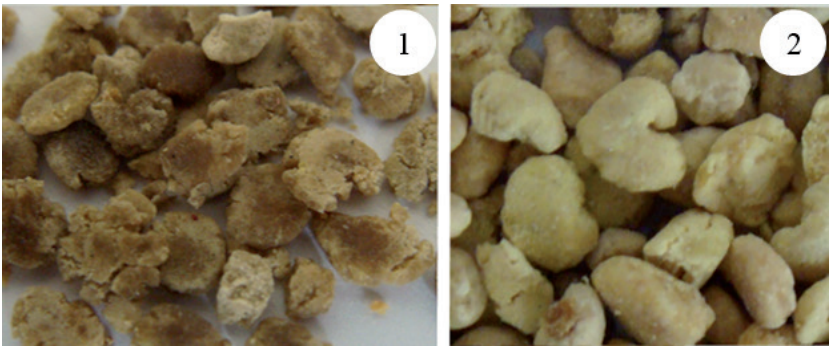


Рис. 3.8. Бджолине обніжжя низької якості: 1 – зразок розплющеного обніжжя одержаного за недотримання технології первинної обробки; 2 – зразок з присутністю сформованого, не сформованого і пошкодженого обніжжя, проглядається рихла поверхня, присутні поламані грудочки, помітні окремі пилкові зерна (збільшення фотокамерою Sony Alpha SLT–A55 – x10).

Технологія виробництва бджолиного обніжжя передбачає його відбір у момент проходу бджоли із грудочками пилку через отвори пилковідбірної решітки. Важливо, щоб обніжжя було повністю сформоване, адже не сформовані грудочки бджоли не скидають проходячи через отвори пилковідбірної решітки. У цьому випадку пилок потрапляє в гніздо, де з нього бджоли формують запаси перги. У результаті може виникати надлишок пергових стільників. Як наслідок, знижується льотна активність бджіл на зборі білкового корму, а відповідно і пилкова продуктивність бджолиних сімей. Сформоване обніжжя більше за масою (у межах одного виду рослин), містить потрібну кількість ферментів, що потрапляють із слинних залоз та нектару, це визначає його цінність і термін зберігання. Тому важливо отримувати сформовану обніжку.

Спостереження показали, що на сформованість обніжжя може впливати вид рослин з яких бджоли збирали пилок, погодні умови, доступність пилку на суцвіттях. Досліджуючи морфологічні ознаки бджолиного обніжжя виявили відмінності у формі пилкової грудочки. Здійснили відбір обніжжя, зібраного бджолами з різних видів рослин впродовж трьох періодів пасічницького сезону. Із середньої проби відібрали по 20 обніжок, оцінили їх за формою та масою пилкової грудочки, структурою поверхні і ступенем виразності борозенки (табл. 3.3). Визначили, що на сформованість впливає тип нектарного взятку і найкраще бджоли заготовляють сформоване обніжжя у період продуктивного медозбору. Спостереження з етології підтвердили, що за умов коли, бджола збирає нектар і пилок, то перевагу вона надає вуглеводному корму і може повертатися в гніздо із не сформованим обніжжям. Якщо бджола вилетіла в пошуках білкового корму,

у більшості випадків, вона повертається із повноцінним сформованим обніжжям. Процес одержання сформованого обніжжя потребує подальших досліджень.

Особливістю сформованого обніжжя є переважання проміру довжини пилкової грудочки над її шириною. Так, дослідивши морфологічні ознаки обніжжя одержаного від бджіл під час роботи на різних типах суцвіть, встановили, що сформована грудочка характеризується довжиною від 3,04 до 3,97 мм, і шириною – від 2,09 до 3,70 мм, за цього її маса (вологістю 8 %) становить від 9,5 до 19,0 мг. Проте, виявили види рослин з яких бджоли заготовляють сформоване обніжжя з меншими параметрами морфологічних ознак: масою від 6,0 до 7,3 мг, довжиною від 2,69 до 2,86 мм і шириною від 2,40 до 2,47 мм (додаток Д). Тому визначали інші ознаки морфологічної оцінки, досліджували структуру пилкової грудочки за щільністю укладання та наявністю окремих пилкових зерен на її поверхні, відколів та інших пошкоджень цілісності її форми. Встановили, що для пилкової грудочки властива впадина від веретеноподібного волоска, яка у сформованої обніжки добре виражена, має вигляд борозенки і, ділить її на дві рівні частини, а також що у неї рівномірно сформовані боки та щільна візуально гладенька поверхня.

На основі вивчення показників морфологічних ознак бджолиного обніжжя різних видів рослин, згрупували їх та розробили шкалу оцінювання сформованості цієї продукції. Шкала містить ілюстрацію грудочки пилку, опис основних морфологічних ознак, а також, цифрове значення якості за сформованістю виражене в балах від 5 до 0. Оцінка обніжжя від 1-го до 5-ти балів виражає різні ступені сформованості грудочки, а нулем – позначається не сформоване обніжжя (табл. 3.3). Так, найвищий ступінь сформованості позначають 5-ти балами. Це повністю сформоване обніжжя з характерною чітко вираженою формою, яка нагадує нирку чи біб. Грудочка обніжки повинна мати рівномірно сформовані праву і ліву частини, візуально гладеньку рівну поверхню. У загальному зборі таке обніжжя має візуально однакові розміри і однорідність кольору в межах однієї грудочки. Борозенка на обніжці від веретеноподібного волоска повинна бути добре виражена і умовно ділити грудочку на рівні частини.

Обніжжю, яке має відповідну ниркоподібну форму, але його частини можуть бути нерівномірно сформовані, оцінюють в 4-и бали. Для обніжжя, оціненого в 4-и бали допускається рихла поверхня. Борозенка від веретеноподібного волоска може бути слабо виражена. Таке обніжжя одержують від бджолиних сімей, які працюють на великих масивах медоносних рослин, які інтенсивно продукують пилок. Обніжжя, яке оцінюють у 4-и і 5-ть балів, вважаємо найкращої якості і повноцінно сформованим.

Сформовану пилкову грудочку малих розмірів, яка не має характерної форми для обніжжя оцінюють у 3-и бали. Борозенка від веретеноподібного волоска в такої обніжки може бути слабо виражена або взагалі відсутня. Боки обніжки можуть бути нерівномірно сформовані. У 3-и бали оцінюємо також сформоване обніжжя з незначними ушкодженнями форми чи відколами окремих частин грудочки.

Несформоване обніжжя, розміри якого не перевищують між апроксимальними точками 1,5 мм оцінили у два бали. Це може бути обніжжя, яке бджоли не сформували в результаті комбінованого типу збору корму, коли перевагу надають збору нектару і повертаються із несформованим обніжжям. Або, коли в природі відсутня достатня кількість джерел білкового корму і бджоли формують обніжку з доступної кількості пилкових зерен. Для такого обніжжя характерна наявність виямки від веретеноподібного волоска. У більшості випадків таку продукцію одержують у кінці пасічницького сезону.

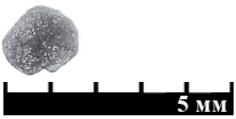
Грудочку пилку, яка мало нагадує за формою обніжжя та не має характерних ознак і сталої конфігурації оцінили в 1 бал. Також, це може бути частина обніжки, яка за легкого надавлювання розсипається на окремі частки чи пилкові зерна. У нуль балів оцінили грудочки пилку, які зустрічаються у загальному зборі, але на вигляд не мають форми обніжжя. Їх розмір між апроксимальними точками не перевищує 1 мм.

Отже, запропонований метод оцінки бджолиного обніжжя ґрунтується на застосуванні 5-ти бальної шкали, яка дозволяє встановити ступінь сформованості обніжжя і визначити якість продукції за цим показником. Використання розробленої шкали оцінки сформованості дозволить здійснювати контроль одержаної продукції за морфологічними ознаками обніжжя.

Обґрунтування класифікаційних ознак бджолиного обніжжя дозволяє визначити критерії оцінки його якості і дає можливість розробити класифікацію цієї продукції для визначення видової приналежності, категорії якості чи сорту. Подальше вивчення морфологічних параметрів різних видів обніжжя, ступеня їх сформованості і гомогенності дозволять встановити кондиційні ознаки для кожного виду обніжжя.

Таблиця 3.3

Шкала оцінки сформованості обніжжя

Загальний вигляд обніжки	Ступінь сформованості	Бал
	Сформоване обніжжя. За формою нагадує нирку чи біб. Обніжка має рівномірно сформовані частини та візуально гладеньку поверхню. Борозенка від веретеноподібного волоска добре виражена.	5
	Сформоване обніжжя. За формою нагадує нирку чи біб. Боки обніжки можуть бути не рівномірно сформовані. Поверхня рихла. Борозенка від веретеноподібного волоска слабо виражена.	4
	Сформоване обніжжя. Не має форми притаманної для обніжжя. Борозенка від веретеноподібного волоска слабо виражена або відсутня. Боки обніжки можуть бути не рівномірно сформовані, з не значними ушкодженнями чи відколами частинок.	3
	Сформоване не повністю. Характеризується малими розмірами (до 1,5 мм). але проглядається борозенка від веретеноподібного волоска.	2
	Сформоване не повністю. Ушкоджене, половина грудочки, обніжка розсипається.	1
	Не сформоване (до 1мм).	0

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Адамчук Л. А. Сформированность – показатель качества обножки / Л. А. Адамчук // Пчеловодство. – 2013. – №6. – С. 56–57.
2. Адамчук Л. О. Етологія бджіл-пилкозбиральниць на різних типах суцвіть / Л. О. Адамчук // Збірн. наук. пр. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – Кам'янець-Подільський, 2013. – Вип. 21. – С. 3–5.
3. Адамчук Л. О. Класифікаціні ознаки бджолиного обніжжя / Л. О. Адамчук // Тваринництво України. – 2013. – №5. – С. 16–21.
4. Актуальные проблемы животноводства, ветеринарной медицины, переработки сельскохозяйственной продукции и товароведения: материалы международной научно-практической конференции / Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2010. – 276 с.
5. Андреев В. Н. Пыльца растений, собираемая пчелами (к методике изучения перги) / В. Н. Андреев // Сельскохозяйственное опытное дело. – Харьков, 1926. – № 1 (7). – Ч.1. – С. 80–106.
6. Андреев В. Н. Пыльца растений, собираемая пчелами (к методике изучения перги) / В. Н. Андреев // Сельскохозяйственное опытное дело. – Харьков, 1926. – № 2 (8). – Ч.2. – С. 77–101.
7. Атлас медоносних рослин України – 2-ге видання доповнене / [Л. І. Боднарчук, Т. Д. Соломаха , А. М. Ілляш та ін.]. – К.: Урожай, 2009. – 272 с.
8. Бджолине обніжжя, виробництво та зберігання / [Броварський В. Д., Головецький І. І., Лосєв О. М. та ін.]. – К.: ФОП І. С. Майданченко, 2009. – 76 с.
9. Біологічна оцінка бджолиного обніжжя / Г. О. Богданов, В. П. Поліщук, Й. Ф. Рівіс [та ін.] // Науковий вісник ЛНАВМ ім. С. З. Гжицького. – 2005. – Т. 7, № 1. – Ч. 2. – С. 227–239.
10. Богданов Г. О. Мінеральні елементи в контексті екологічної оцінки квіткового пилку (бджолиного обніжжя) / Г. О. Богданов, В. П. Поліщук, О. А. Локутова // Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин. – Львів, 2004. – Вип. 3. – С. 140–233.
11. Богомолов К. В. Атлас медоносов пчеловода–практика: Справочное издание / К. В. Богомолов – Рязань: Издательство Рязанская областная типография, 2012. – 80 с.
12. Боднарчук Л. І. Визначення економічної ефективності бджільництва / Л. І. Боднарчук, К. І. Ємець, Л. Л. Дудка // Пасіка. – 2009. – №7. – С. 2–5.
13. Борзова И. А. К вопросу о происхождении шестибороздного типа пыльцы у губоцветных / И. А. Борзова // Докл. АН СССР. – 1960. – Вып. 133. – № 6. – С. 1405–1467.
14. Борзова И. А. О строении оболочки пыльцевых зерен покрытосеменных растений / И. А. Борзова // Научн. доклады высш. школы (биол. науки). – 1960. – № 3. – С. 119–128.
15. Бринза Я. Вплив морфологічних ознак тіла бджоли (aris mellera) на формування бджолиного обніжжя / Ян Бринза, В. Д. Броварський, Л. О. Адамчук // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – 2011. – Вип. 8(48). – С. 191–193.

16. Броварський В. Д. Вплив різноманітних факторів на пилкозбиральну роботу бджіл / В. Д. Броварський, Ян Бринза, Л. О. Адамчук // Матеріали XVII Міжнародного конгресу Федеації бджільницьких організацій країн Центальної та Східної Європи – Апіславія. – К.: – 2009. – С. 78–80.
17. Броварський В. Д. Вплив факторів на пилкозбиральну роботу бджіл / В. Д. Броварський, Л. О. Адамчук // Пасічник. – 2009. – №5 (62). – С. 9.
18. Броварський В. Д. Класифікація пилкових зерен за морфологічними ознаками / В. Д. Броварський, Л. О. Адамчук // Біоресурси і природокористування. – 2011. – Т.3. – № 1/2. – С.101–104.
19. Букрєєв А. С. Стандарт на бджолине обніжжя / А. С. Букрєєв, А. І. Черкасова, А. В Мухін // Бджільництво. – 1998. – Вип. 23. – С. 31–32.
20. Бурмистров А. Н. Медоносные растения и их пыльца / А. Н. Бурмистров, В. А. Никитина. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 192 с.
21. Галузинський Г. П. Сучасні технологічні засоби обробки інформації: Навчальний посібник / Г. П. Галузинський, І. В. Гордієнко. – К.: КНЕУ, 1998. – 224 с.
22. Деревні медоноси та пилконоси України (весняні) / [В. К. Балабушка, М. П. Балабушка, Л. В. Ібрагім та Ін.]. – К.: Дім, сад, город, 2008. – 90 с. – (Серія № 2–3 «Бібліотека «Пасіка»).
23. Дослідження властивостей бджолиного обніжжя як перспективного інгредієнту для спортивного харчування / О. А. Ракша-Слюсарева, З. В. Соломена, О. А. Слюсарев [та ін.] // Теорія і практика фізичного виховання: науково–методичний журнал. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – Вип. 1. – С. 149–154.
24. Еремия Н. Г. Биохимический состав пыльцы / Н. Г. Еремия, Н. И. Еремия // Апитерапия. Биология и технология продуктов пчеловодства: Материалы Всесоюзной конференции, Ч. 2. – Днепропетровск, 1988. – С. 19 –30.
25. Єрьоміна Н. В. Проектування баз даних: Навчальний посібник. / Н. В. Єрьоміна. – К.: КНЕУ, 1998. – 208 с.
26. Іванова В. Д. Удосконалення технології отримання бджолиного обніжжя / В. Д. Іванова, С. І. Кияшко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2011. – Вип. 4 (63). – Т. 3. – Ч. 1. – С. 31–34.
27. Кайас А. Пыльца: сбор, свойства, применения / Ален Каяс – Бухарест: Апимондия, 1975. – 90 с.
28. Копелькиевский Г. В. Улучшение кормовой базы пчеловодства / Г. В. Копелькиевский. А. Н. Бурмистров. – М.: Россельхозиздат, 1965. – 165 с.
29. Котенко О. М. Вивчення хімічного складу ліпофільного екстракту обніжжя бджолиного / О. М. Котенко // Вісник фармації. – 2000. – №3. – С. 7–10.
30. Кривцов Н. И. Технология сбора пыльцы / Н. И. Кривцов, В. И. Лебедев // Пчеловодство. – 1993. – № 11–12. – С. 43–44.

31. Куприянова Л. А. Морфология пыльцы однодольных растений (материалы к филогении класса) / Л. А. Куприянова // Труды Ботанич. Ин-та АН СССР. – 1948. – Вып. 7. – Сер. 1. – С. 163–262.
32. Куприянова Л. А. Морфология пыльцы однодольных растений / Куприянова Л. А. // Ботанический журнал. – 1956. – вып. 41 – № 8. – С. 1212–1216.
33. Ланкина И. А. Формирование качества цветочной пыльцы разного ботанического происхождения // И. А. Ланкина, Ю. А. Шилов. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2010. – С. 156–160.
34. Лебедев В. И. Биологический потенциал пчёл семьи по сбору цветочной пыльцы и заготовке перги: сб. науч. тр. Башкирского государственного аграрного ун-та – Апитерапия сегодня / В.И. Лебедев. – Уфа: Башкирский государственный аграрный ун-т, 2000. – С. 332–339.
35. Лебедев В. И. Оптимальные сроки осенней підкормки / В. И. Лебедев, В. П. Лебедева, М. П. Соловова // Пчеловодство. – 2000. – № 7. – С. 14–18.
36. Лебедев В. И. О каратиноидах в пыльце растений / С. И. Лебедев, И. М. Алейников, Э. Х. Цой // Физиология растений. – 1977. – Т.24. – Вып. 2. – С. 427–430.
37. Лебедев В. И. Технология сбора пыльцы / В. И. Лебедев, А. С. Яковлев // Пчеловодство. – 1995. – №3. – С. 57–60.
38. Левченко И. А. Передача информации о координатах источника корма у пчелы медоносной./ И. А. Левченко. – К.: Наук. думка, 1976. – 251 с.
39. Локутова О. А. Основні ресурси квіткового пилку (бджолиного обніжжя) у Лісостепу / О. А. Локутова // Вісник аграрної науки. – 2003. – №10. – С.71–74.
40. Локутова О. А. Оцінка видового походження бджолиного обніжжя / О. А. Локутова // Вісник аграрної науки. – 2003. – №7. – С. 74–77.
41. Маурицио А. Кормление пыльцой и жизненные процессы у медоносной пчелы / А. Маурицио //Новое в пчеловодстве. – М.: Сельхозгиздат, 1958. – С. 372–444.
42. Мейер К. И. Эволюция мужского гаметофита покрытосеменных растений / К. И. Мейер //Бюлл. 58, МОИП, отд. биол. – 1953. – Вып. 5. – С. 55–61.
43. Методика розрахунку економічної ефективності бджільництва в різних категоріях господаств: схвал. ріш. вченої ради Ін. бдж. ім. П. І. Прокоповича від 14 лист. 2003 р. №115 / Міністерство аграрної політики України. – Офіц. вид. – К.: Друкарня Українського Фітосоціологічного центу, 2003. – 20 с.
44. Наумкин В. П. Изменчивость аминокислотного состава пыльцы / В. П. Наумкин // Пчеловодство. – 1987. – №4. – С. 9–10.
45. Обніжжя бджолине (пилок квітковий) і його суміші. Технічні умови: ДСТУ 3127–94.2. – [Чинний від 1994–04–01]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 56 с. – (Національні стандарти України).
46. Орлов Б. Н. Цветочная пыльца – обножка–перга (монография) / Б. Н. Орлов , В. П. Егорашин // Международный журнал экспериментального образования. – Нижний Новгород. – 2012. – №1. – С. 201.

47. Перепелова Л. И. Работа пчёл по сбору пыльцы / Л. И. Перепелова // Пчеловодство. – 1936. – №4. – С. 36–41.
48. Плохинський Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинський – М.: Изд–во МГУ, 1970. – 367 с.
49. Полищук В. П. Сбор пыльцы в период медосбора / В. П. Полищук // Пчеловодство. – 1984. – № 11. – С. 12–13.
50. Полищук В. П. Научные основы повышения комплексной продуктивности пчелиных семей: автореф. дис. на стиск. уч. степ. доктора с-х. наук: 06.02.04 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» / В. П. Полищук. – К., 1987. – 40 с.
51. Поліщук В. П. Підвищення продуктивності бджільництва та використання квіткового пилку в зоні Карпат / В. П. Поліщук, О. А. Локутова // Сільське господарство та агротуризм. – IV симпозіум «Австрія–Україна. Сільське господарство: наука і практика». – Австрія. – 2002. – С. 133.
52. Поліщук В. П. Бджільництво / В. П. Полищук. – Львів: Український пасічник, 2001. – 294 с.
53. Поліщук В. П. Біологічні особливості живлення бджіл і збирання квіткового пилку в умовах поліфлорного взятку / В. П. Поліщук, О. А. Локутова // Біологія тварин. – Львів: ЗВА. – 2002. – №1. – С. 1–8.
54. Поліщук В. П. Забезпечення кормами та підгодівля бджіл / В. П. Поліщук, В. А. Гайдар // Пасічник. – 2009. – №1(58). – С. 14–15.
55. Поліщук В. П. Збільшення виробництва продуктів бджільництва / В. П. Поліщук. – К.: Урожай, 1975. – 144 с.
56. Поліщук В. П. Календар цвітіння медоносів / В.П. Поліщук // Пасіка – 2001. – №5. – С. 27–28.
57. Поліщук В. П. Пасіка [навч.–публ. видан.] / В. П. Поліщук, В. А. Гайдар. – К., 2012. – 340 с.
58. Поліщук В. П. Пилок у життєдіяльності бджолиної сім'ї / В. П. Поліщук // Український пасічник. – 1992. – №4. – С. 7–8.
59. Поліщук В. П. Рекомендації по підвищенню продуктивності бджолиних сімей на збиранні нектару і квіткового пилку / В. П. Поліщук. – К.: Урожай, 1986. – 27 с.
60. Поліщук В. П. Сезонна мінливість активності льоту бджіл і збирання квіткового пилку / В. П. Поліщук // Бджільництво. – 1970. – Вип.6. – С. 32–36.
61. Поліщук В. П. Сушіння обніжжя в умовах пасіки / В. П. Поліщук // Бджільництво. – 1970. – Вип. 6. – С. 15–16.
62. Поліщук В. П. Удосконалення сушіння і зберігання квіткового пилку / В. П. Поліщук, М. М. Акимова // Бджільництво. – 1998 – Вип.23. – С. 208–212.
63. Пчеловодство / [Ред. кол. Г. Д. Билаш, А. Н. Бурмистров, В. Г. Гребцова и др.]. – 2-е изд. – М.: Большая Российская енциклопедия, 1999. – 512 с.

64. Савин А. П. Медоносные деревья и кустарники: фото-иллюстированное справочное издание / А. П. Савин, К. В. Богомолов. – Рязань: «Рязанская областная типография», 2013. – 80 с.
65. Савин А. П. Технология возделывания основных медоносных культур / А. П. Савин, Ю. В. Докукин – Рязань: «Рязанская областная типография», 2010. – 111 с.
66. Седин И. Ф. Поведение пчел собирающих пыльцу / И. Ф. Седин // Пчеловодство. – 1969. – №2. – С. 20–21.
67. Солошенко Л. М. Визначення кращих за цукровою та пилковою продуктивністю нових гібридів соняшнику та відвідування їх медоносними бджолами / Л. М. Солошенко, І. М. Кулинич, І. Б. Губська // Матеріали XVII Міжнародного конгресу Федеації бджільницьких організацій країн Центальної та Східної Європи – Апіславія. – К.: – 2009. – С. 56–59.
68. Сташенко В. И. Видовой состав пыльценосов Киевской области В. И. Сташенко // Труды научно-исследовательского Института пчеловодства. – 1984. – С. 147–153.
69. Сташенко В. И. Особенности сбора пыльцы пчёлами / В. И. Сташенко // Пчеловодство. – 1985. – №9. – С. 7–9.
70. Сташенко В. И. Пыльцесобирательная деятельность пчел / В. И. Сташенко // Пчеловодство. – 1988. – № 9. – С. 10–11.
71. Сташенко В.І. Видові особливості хімічного складу бджолиного обніжжя / В. І. Сташенко // Зб. наук. праць Харківської державної зооветеринарної академії: Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. – 2005. – № 12 (37). – Ч. 2. – С. 64–71.
72. Сташенко В. І. Флороміграція бджіл та хімічний склад бджолиного обніжжя в умовах Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.04 «Технологія виробництва продуктів тваринництва» / В. І. Сташенко. – К., 2005. – 22 с.
73. Таранов Г. Ф. Корма и кормление пчел / Г. Ф. Таранов. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 160 с.
74. Технологія виробництва продукції тваринництва: підруч. для вищ. навч. закл. / [О. Т. Бусенко, В. Ц. Скоцик, І. М. Маценко та ін.]; за ред. О. Т. Бусенка. – К.: «Агроосвіта», 2012. – 492 с.
75. Трав'янисті медоноси та пилконоси України (весняні) / [В. К. Балабушка, М. П. Балабушка, Л. В. Ібрагім та Ін.]. – К.: Дім, сад, город, 2010. – 76 с. – (Серія № 1–2 «Бібліотека «Пасіка»).
76. Тунников Г. М. Технология производства и переработки продукции пчеловодства / Г. М. Тунников, Н. И. Кривцов, В. И. Лебедев, Ю. Н. Кирьянов. – М.: Колос, 2001. – 175 с.
77. Федорова Р. В. Пыльца растений в воздухе / Р. В. Федорова // Проблемы физической географи. – 1950 – вып. 15. – С. 228–231.

78. Хімічний склад пилку деяких рослин Узбекистану та центральної України / Поліщук В. П., Колєсніченко Л. М., Сташенко В. І. // Науково-тематичний збірник наукових праць Української науково–дослідної станції бджільництва ім. Л.І. Прокоповича. – 1981. – № 10. – С. 131–138.
79. Черкасова А. І. Збирання і переробка квіткового пилку на промислових пасіках / А. І. Черкасова // Бджільництво. – К.: Урожай, 1982. – Вип. 15. – С. 30–32.
80. Шапиро Д.К. Исследование биохимически активных содержаний пыльцы медоносных растений / Д. К. Шапиро, М. Ф. Шеметков // Исследование энтомофильных культур и медоносная база пчеловодства. – Бухарест. – 1981. – С. 225–229.
81. Шмелева Н. Д. Лётная и пыльцесобирательная работа / Н. Д. Шмелева, Н. В. Никифорова // Пчеловодство. – 1989. – №2 – С. 8–9.
82. Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений (введение в палинологию) / Г Эрдтман // Пер. с англ. Л. А. Козяр; Под ред. проф. И. М. Покровской. – М.:Издательство иностранной литературы, 1956. – 486 с.
83. Almedia-Muradian L. B. Pollen Germination / L. B. Almedia-Muradian, L. C. Pamplona, S. Coimbra [et all] // J. Food Compos. Anal. – 2005. – Vol. 18. – P. 105–111.
84. Analysis of pollen grains of wind and insect pollinated plant species / O. Urbanovicova, J. Nozkova, P. Brindza [et all] // In: 40th apimondia international apicultural congress: apimondia final progam and abstract. – Melbourne, 2007. – P. 200–201.
85. Anderson, E.D. Microsporogenesis, Pollination, Pollen Germination and Male Gametophyte Development in Taxus brevifolia / E.D. Anderson, J.N. Owens // Annals of Botany. – 2000. – Vol, 86. – P. 1033–1042.
86. Antonio Rodriguez-Malaver. Total antioxidant activity of bee-collected pollen / Antonio Rodriguez-Malaver, R. M. Sciortino, E. A. Rivas [et all] // In: 40th apimondia international apicultural congress: apimondia final progam and abstract, Melbourne. – Australia: Apimondia, 2007. – P. 155–157.
87. Arista M. Pollen Dispersal Capacity and Pollen Viability of abies pinsapo Boiss / M. Arista, S. Talavera // Silvae Genetica. – 2004. – Vol. 43. – P. 2–3.
88. Asli Ozkok Tuylu. Investigation of Mineral Content Of Economically Important Pollen Grains Collected by Apis mellifera L. / Asli Ozkok Tuylu // In: 40th apimondia international apicultural congress: apimondia final progam and abstract, Melbourne. – Australia: Apimondia, 2007. – P. 527–532.
89. Automatic identification and classification of pollen of the Urticaceae family / Rodriguez-Damian M., Cernadas E., Formella A. [et all] // In: Proceeding of Advanced Concept for Intelligent Vision Systems. – Belgium, 2003. – P. 38–45.
90. Barthell J. F. Visitation of evening primrose by carpenter bees: evidence of a “mixed” pollination syndrome / J. F. Barthell, J. M. Knops // Southwest. Naturalist. – 1998. – № 42. – P. 86–93.

91. Batra S. W. T. Anthophora pilipes villosula Sm. (Hymenoptera: Anthophoridae), a manageable Japanese bee that visits blueberries and apples during cool, rainy, spring weather / S. W. T. Batra // Proc. Entomol. Soc. Washington. – 2004. – №96. – P. 98–116.
92. Behavior and phenology of a specialist bee (Dieunomia) and sunflower (Helianthus) pollen availability / Minckley R. L., Wicslo W. T., Yenega D. [et all] // Ecology. – 2004. – Vol. 75. – P. 1406–1419.
93. Belhadj S. Pollen morphology and fertility of wild Atlas pistachio (Pistacia atlantica Desf,. Anacardiaaceae)/ S. Belhadj, A. Derridj, L. Civeyrel, C.H. Gers, T. Aigouy, T. Otto, T. Gauquelin // Grana,. – 2007. – Vol. 46. – no. 3. – P. 148–156.
94. Bencat F. Morphology of pollen grains of some woody species introduced from China into the conditions of Arboretum Mlynany / F. Bencat, M.G. Ostrolucka, F. Cano // Folia dendrologica. – 1988. – Vol. 15. – P. 17–65.
95. Bernhardt P. Anther adaptation in animal pollination. / P. Bernhardt //Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1996. – P. 192–220.
96. Bobrzecke J. Pozyskiwanie i zagospodarovanie obnozy pylkowych / J. Bobrzecke, J. Wilde. – Lublin, 1990 – 96 c.
97. Brodschneider R. Nutrition and health in honey bees/ R. Brodschneider, K. Crailsheim // Apidologie. – 2010– №41 – P. 278–294.
98. Brovarskyi Valery. Včeli obnôžkový peľ / V. Brovarskyi, J. Brindza a kolektiv // Kyjv–Nitra. – FOP I.S. Maidachenko, Ukrajina. – 2010. – 290 s.
99. Buchmann S. L. Bees use vibration to aid pollen collection from non –poricidal flowers/ S. L. Buchmann // Kansas Entomol. – 1985. – Soc. 58. – P. 517–525.
100. Buratti S. Evaluation of the antioxidant power of honey, propolis, pollen and royal jelly by amperometric flow injection analysis / S. Buratti, S. Benedetti, M. S. Cosio // Talanta. – 2007. – Vol.71. – №3. – P. 1387–1392.
101. Cane J. H. Honey bees harvest pollen from the porose anthers of cranberries / J. H. Cane, K. MacKenzie, D. Schiffhauer // Amer. Bee J. – 1993 – Vol. 133. – P. 293–295.
102. Cane J. H. Pollination, foraging, and nesting ecology of the leaf-cutting bee Megachile addenda on cranberry beds / J. H. Cane, D. Schiffhauer, L. J. Kervin // Ann. Entomol. Soc. Amer. – 1996 – Vol. 89. – P. 361–367.
103. Carol Cabrera. Pathogen control using a natural chilean bee pollen extract of known botanical origin / Carol Cabrera // Cien. Inv. Agr. – 2003. – 40(1). – P. 223–230.
104. Christensen F. Are honey bees'foraging preferences affected by pollen amino acid composition? / Christensen F., Biplanteflora L., Launsø O. // Ecological Entomology. – 2003. – Vol. 28. – P. 622–627.
105. Classification of honeybee pollen using a multiscale texture filtering scheme / Carrion P., Cernadas E., Galves J. F. [et all] // Machine viion and applications. – 2004. – Vol. 15. – P. 186–193.

106. Crane E. Directory of important world honey sources. Protein and amino acid requirements of the honeybee and pollen (Apis mellifica L.) / Crane E., Walker P., Day R. // Physiol. Comp. Oecol. – 1984 – Vol. 3. – P. 197–285.
107. Determination of the Antioxidant Vitamin Levels in Fresh and Dried Bee Pollens in Bingol's Flora / Naci Ömer Alayunt, Yusuf Karagözoglu, Akif Evren Parlak [et all] // Asian Journal of Chemistry. – 2013. – Vol. 25. – No. 12. – P. 6870–6872.
108. Dietz A. Influence of Long-Term Storage on the Nutritional – Value of Frozen Pollen for Brood Rearing of Honey Bees / A. Dietz, H.R. Stevenson // Apidologie. – 1980. – Vol. 11. – P. 143–151.
109. Ellis A.M. An evaluation of fresh versus fermented diets for honey bees (Apis mellifera) / A.M. Ellis, G. W. Jr. Hayes // Journal of Apicultural Research. – 2009. – Vol. 48. – P. 215–216.
110. Erdtman G. An Introduction to Pollen Analysis / G. Erdtman, P. Roger // Osmania University, 2007. – 256 p.
111. Faegri K. Bestøvningen – plantenes seksualliv / K. Faegri // I Norges ville blomster: Aschenhoug & Co. – Norge, 1998. – 243 s.
112. Flenley J. R. Pollen texture identification using neural networks / J. R. Flenley // Grana. – 1999. – Vol. 38. – P. 59–64.
113. Formovanie obnôžkovėho peľu. Špecializovaná databáza pre vzdelávanie a poradenstvo / J. Brindza, J. Nôžková, V. Brovarskyi a kolektiv // – Slovenskej polnohospodárskej univerzity v Nitre. – 2010. – 256 s.
114. Free J. B. Insect pollination of crops. 2nd edn. / J. B. Free // London: Academic Press. – 1993– P. 54–57.
115. Fries I. Pollens näringsvärde för pollinerande insekter – en litteraturstudie / I. Fries // Ingemar Fries Ekologiska Institutionen SLU, Uppsala. – 2013. – P. 10.
116. Gimenes M. Some morphological adaptations in bees (Hymenoptera, Apoidea) for collecting pollen from Ludwigia elegans (Onagraceae) / M. Gimenes // Revista Brasil Entomol. – 1991. – Vol. 35. – P. 413–422.
117. Girard M. Pollen diversity collected by honey bees in the vicinity of Vaccinium spp. crops and its importance for colony development / M. Girard, M. Chagnon, V. Fournier // Botany– Botanique. – 2012. – Vol. 90. – P. 545–555.
118. Goodwin R. M. Behaviour of honey bees visiting kiwifruit flowers / R. M. Goodwin, D. Steven // New Zealand J. Crop Hort. Sci. – 1993. – Vol. 21. – P. 17–24.
119. Gordon D. M. Colony performance of selected honey bee (Hymenoptera: Apidae) strains used for alfalfa pollination / Gordon D. M., Barthell J. F., Page R. E. // Econ. Entomol. – 1995. – Vol. 88. – P. 51–57.
120. Harder L. D. Behavioral responses by bumble bees to variation in pollen availability / L. D. Harder // Oecologia. – 1990. – Vol. 85. – P. 41–47.
121. Harder L. D. Pollen removal from tristylous Pontederia cordata: Effects of anther position and pollinator specialization / Harder L. D., Barrett S. C. H. // Ecology. – 1993.– Vol. 74. – P. 1059–1072.

122. Harder L. D. The functionial significance of poricidal anthers and buzz pollination: controlled pollen removal from Dodecatheon / Harder L. D., Barclay R. M. R. // Funct. Ecol. – 1994. – Vol. 8. – P. 509–517.
123. Harder L. D. Theoretical perspectives on pollination / Harder L. D., Wilson W. G. // Pollination: from theory to practise. Proc. 7th Internatl. Symp Pollin. – Acta Hort, 1997. – Vol. – 437. – P. 83–101.
124. Haydak M. H. Honey Bee Nutrition / M. H. Haydak // AnnualReview of Entomology. – 1970. – Vol. – 15. – P. 143–156.
125. Herbert E. W. Chemical Composition and NutritiveValue of Bee-Collected and Bee-Stored Pollen / E. W. Herbert, H. Shimanuki // Apidologie. – 1978. – Vol. 9. – P. 33–40.
126. Hodges D. The way the worker bee gathers, packs and stores them for use / D. Hodges // Amer. Bee J. – 1995. – 95, № 12. – P. 475–482.
127. Houston T. F. Descriptions of new paracolletine bees associated with flowers of Eremophila / T. F. Houston // Rec. West. Austral. Mus. – 1990. – Vol. 14. – P. 583–621.
128. Houston T. F. Ecology and behaviour of the bee with notes on related species / T. F. Houston // Rec. West. Austral. Mus. – 1991. – Vol. 15. – P. 591–609.
129. Houston T. F. Two new and unusual species of the bee genus Leioproctus Smith, with notes on their behaviour / T. F. Houston // Rec. West. Austral. Mus. – 1991. – Vol. 15. – P. 83–96.
130. Iasted International Conference on Vizualization, Imaging, and Image Processing / Carrion P., Cernadas E., Galves J. F. [at all] // Machine viion and applications. – 2002. – Vol. 12. – P. 74–79.
131. Kaмarkham K. R / Bee pollen phytochemystry // K. R. Kaмarkham, M. Campos // Phytochem. – 1996. – Vol. 43 – P. 763.
132. King M. Buzz foraging mechanism of bees / M. King // J. Apic. Res. – 1993. – Vol. 32. – P. 41–49.
133. King M. Vibratory collection of Actinidia deliciosa (Kiwifruit) pollen / M. King, A. M. Ferguson //Ann. Bot. – 1994. – Vol. 74. – P. 479–482.
134. Lehninger A. L. Short course in biochemistry / A. L. Lehninger // Worth Publishers, Inc. – New York, 1993. – 452 p.
135. Leonhardt S. D. The same, but different: pollen foraging in honeybee and bumblebee colonies / S. D. Leonhardt // Apidologie. – 2012. – Vol. 43. – P. 449–464.
136. Liping Sun. Effect of protein hydrolysates of bee collected rape pollen on superoxide anion radical/ Liping Sun., Xiaoli Zhu, Jie Dong // In: 40th apimondia international apicultural congress: apimondia final progam and abstract. – Melbourne, 2007. – 142 s.
137. Lipinski M. Pozytki pszczele: zapylanie i miododajnosc roslin (Widanie III poprawione I uzupelnione / Lipinski M. – Warszawa, 1982. – 454 s.
138. Lokutova O. Pollen analysis of some Ukrainian honey / O. Lokutova // Abstracts of the 39th Apimondia International Apicultural Congress.– Dublin, 2005. – P. 95.

139. Lokutova O. The study pollen spectrum of honey from central and southern part of Ukraine / O. Lokutova, D. Teper, V. Polishuk // Materialy z XLII naukowoi konferencji pszczelarska. – Pulawy, 2005. – P. 110.
140. Louveaux J. Methods of melissopalynology / Louveaux J., Maurizio A., Vorwohl G. // Bee World. – 1978. – Vol.59. – №4. – P. 139–157.
141. Macior L. W. Pedicularis, a valuable information resource for plant conservation / L. W. Macior, In: Sihag R. C. (ed.) // Pollination biology. Environmental factors and pollination. – Rajendra Sci. Publ. – Hisar, 1995 – P. 8–19.
142. MacKenzie K. E. The foraging behaviour of honey bees (Apis mellifera L) and bumble bees (Bombus spp.) on cranberry (Vaccinium macrocarpon Ait) / K. E. MacKenzie // Apidologie. – 1994. – Vol. 25. – P. 375–383.
143. Marshall J. E. A. Morphological specializations of the Bee pollen / J. E. A. Marshall // J. Geol. Soc. – 1991. – Vol. 148 – P. 223–233.
144. Mehlenbacher S. A. Pollen foraging in honey bees (Apis mellifera) / S. A. Mehlenbacher, D. C. Smith // Euphytica. – 2002. – Vol. 127. – P. 303–307.
145. Michener C. D. The bee genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea) / Michener C. D., McGinley R. J., Danforth B. N. – Washington: Smithsonian Inst. Press, 1994. – 321 p.
146. Michener C. D. The corbiculae of bees / C. D. Michener //Apidologie – 1999. – Vol. 30. – P. 67–74.
147. Müller A. Convergent eVolution of morphological specializations in centeral European bee and honey wasp species as an adaptation to the uptake of pollen from notobribic flowers (Hymenoptera, Apoidea and Masaridae) / A. Müller // Biol. J. Linn. – 1996. – Soc. 57. – P. 235–252.
148. Müller A. European bee and honey wasp species as an adaptation to the uptake of pollen / A. Müller // Biol. J. Linn. – 1997. – Soc. 62. – P. 253–261.
149. Müller A. Host-plant specialization in western Palearctic anthidiine bees (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) / A. Müller // Ecol. Monogr. – 1996. – Vol. 66. – P. 235–257.
150. Müller A. Morphological specializations in centeral European bees for the uptake of pollen from flowers with anthers hidden in narrow corolla tubes (Hymenoptera: Apoidea) / A. Müller // Entomolgia Generalis. – 1995. – Vol. 20. – P. 43–57.
151. Muniategui S. Pollen removal from tristylous Pontederia cordata / S. Muniategui, J. F. Huidobro, J. Lopez //Apicult. Res. – 1990. – Vol. 29. – P. 147–150.
152. Neff J. L. Foraging and nesting biology of the bee Anthemurgus passiflorae (Hymenoptera: Apoidea), descriptions of its immature stages, and observations on its floral host (Passifloraceae) / J. L. Neff, J. G. Jr. Rozen // Amer. Mus. Novitates, Pan-Pac. Entomol. – 1995. – Vol. 38. – P. 235–261.
153. Neff J. L. Nesting and foraging behavior of Andrena (Callandrend) rudbeckiae Robertson (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae) / J. L. Neff, B. B. Simpson, J. Texas // Kansas Entomol. – 1997. – Soc. 70. – P. 100–113.

154. Neff J. L. Observations on the biology of Eremapis parvula Oglobin, an anthophorid bee with a metasomal scopa (Hymenoptera: Anthophoridae)/ J. L. Neff // Pan-Pac. Entomol. – 1984. – Vol. 60. – P. 155–162.
155. Nicolson S.W. Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two / S.W. Nicolson // African Zoology. – 2011. – Vol. 46. – P. 197–204.
156. Nozkova J. Hodnotenie kvantitativnych a kvalitativnych znakov vcelieho pel'u a ich klasifikacia podl'a navrhnutych deskriptorov / Nozkova J., Brindza J., Ostrovsky R. // Potravinarstvo. – 2010. – Roc. 4. –P. 204–216.
157. Page R. E. The effects of colony–level selection on the social organization of honey bee (Apis mellifera L) / R. E. Page, K. M. Fondrk // Behav. Ecol. Sociobiol. – 1995. – Vol. 36. – P. 135–144.
158. PalDat – Palynological Database an Online Publication on fossil and recent Pollen and Spores [Електронний ресурс]: http://www.paldat.org.
159. Pankiw T. Brood pheromone stimulates pollen foraging in honey bees (Apis mellifera)./ T. Pankiw, R. W. Page, M. K. Fondrk // Behav. Ecol. Sociobiol. – 1998. – Vol. 44. – P. 193–198.
160. Paola-Naranjo R. D. D. Organization of honey bee (Apis mellifera L) / R. D. D. Paola-Naranjo, J. Sanchez-Sanchez, A. M. Gonzalez-Paramas // Journal of Apicultural Research. – 2004. – Vol. 1054. – P. 205–210.
161. Peng Y. Effects of pollen and artificial diets on the hypopharyngeal glands of newly bees (Apis mellifera L.) / Y. Peng, M. D'Antuono, U. Manning // Journal of Apicultural Research. – 2012. – Vol. 51. – P. 53–62.
162. Pernal S. F. Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, Apis mellifera L. / S. F. Pernal, R. W. Currie // Animal Behaviour. – 2002. – Vol. 63. – P. 369–390.
163. Pernal S. F. The influence of pollen quality on foraging behavior in honey bees (Apis mellifera L.) / S. F. Pernal, R. W. Currie // Behavioral Ecology and Sociobiology. – 2001. – Vol. 51. – P. 53–68.
164. Pernal S.F. Pollen quality of fresh and 1–year–old single pollen diets for worker honey bees (Apis mellifera L.) / S. F. Pernal, R. W. Currie // Apidologie. – 2000. – Vol. 31. – P. 387–409.
165. Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania / Liviu A.M., Dezmirean D., Adela M. [et all] // Food Chem. –2009. – Vol. 112, №4. – P. 863–867.
166. Pollen Analysis / [Canapos M.G., Webby R. F., Markham K. R. at all] // Agric. Food Chem. – 2003. – Vol. 51. – 742 p.
167. Pollen diversity collected by honey bees / Bonton P., Boucher A., Thonnat M. [et all] // Anal. Stereol. – 2001. – Vol. 20. – P. 527–532.
168. Pollen morphology and its effect on pollen collection / F. Tomas-Lorente, M. M Garcia-Grau, J. L. Nieto [et all] // Phytochemistry. – 1992. – Vol. 31. – P. 2027.
169. Pollens näringsvärde för pollinerande insekter – en litteraturstudie of the nutritive value of maize for honey bees / Hcherl N., Siede R., Illies I. [et all] // Journal of Insect Physiology. – 2012. – Vol. – 58. – P. 278–285.

170. Proceedings of The 1st Iberian Conference on Parrtern Recognition and Image Analysis / Carrion P., Cernadas E., Galves J. F. [et all] // Machine viion and applications – 2003. – Vol. 10. – P. 158–167.
171. Proença C. E. B. Buzz pollination – older and more widespread than we think? / C. E. B. Proença // J. Trop. Ecol. – 1992. – Vol. 8. – P. 115–120.
172. Protein trophallaxis and the regulation of pollen foraging by honey bees (Apis mellifera L.) / S. Camazine, K. Crailsheim, N. Hrassnigg [et all] // Apidologie. – 1998. – 29. – P. 113–126.
173. Rodriguez-Damian M. Polen classification using brightness-based and shape-based descriptors / Rodriguez-Damian M., Formella A., De Sa-Otero P. – In: Proceeding of the 17th International Conference on Pattern Recognition: Evaluation of Polyphenolicand flavonoid compounds in honeybee collected pollen produced in Spain // J. Agric. Food Chem. – 2001. – Vol. 49. – P. 1848–1853.
174. Ruijter A. D. Commercial bees rearing and its implications / A. D. Ruijter // In: Richards K. W. (ed.) – Pollination: from theory to practise // Proc. 7th Internatl. Symp. Pollin. – Acta Hort, 1997. – Vol. 437. – P. 261–269.
175. Sauter V. Decision Support Systems / V. Sauter. – United States of America, 1997. – 408 p.
176. Sawyer R. Honey identification / R. Sawyer. – Cardiff: Academic Press. – 1998. – 115 p.
177. Snelling R. R. Systematics and biology of the bee / R. R. Snelling, G. I. Stage //Contrib. Sci. Natur. Hist. Mus. – Los Angeles County, 1995. – Vol. 451. – P. 1–17.
178. Stashenko V. Characteristics of Black Locus (Robinia pseudoacia) as a Honey Plant in the Middle Dnepr Region (Ukraine) / Stashenko V., Politshuk V. // American Bee. J. –1998. – N 9. – P. 665–668.
179. Stashenko V. Remedies of Bee Pollen / V. Stashenko // Journal of the American Apitherapy Society. – 2002. – V. 138. – N. 9. – P. 8–9.
180. Stearn W. T. Botanical Latin. First paperback edition published in North America / W. T Stearn // Portland, Oregon: Timber Press. – 2007. – 560 p.
181. Stehlikova B. Fuzzy mnoziny a fuzzy logika pouzitim softveru / Stehlikova B. – Nitra: SPU. – 2007. – 372 s.
182. Stehlikova B. Vyuzitie atributu farby pri hodnoteni genetickych zdrojov / B. Stehlikova // Forum Statisticum Slovacum. – 2005. – P. 133–135.
183. Swhner P. Bee polen / Swhner P., Berger U. E. // J. Inveslig. Allergol. Clin. Immunol – 1999. – Vol. 8.– P. 67–74.
184. Symbionts as major modulators of insect health: Lactic acid bacteria and honeybees / A. Vásquez, E. Forsgren, I. Fries [et all] // PLoS One. – 2012. – Vol. 7. – P. 3–14.
185. Teper D. Analiza pylkowa miodow / D. Teper // Paseka. – 2004. – №2 (6). – P. 54–57.
186. The role of electrostatic forces in pollination / Y. Vaknin, S. Gan-Mor, A. Bechar [et all] // Journal of quaternary science. – 2004. – Vol. 19. – No. 8. – P. 755–762.
187. Thorp R. W. A revision of the New World Trachusa, subgenera Ulanthidium and Trachusomimus (Hymenoptera: Megachilidae) / R. W. Thorp, R. W. Brooks // Univ. Kansas Sci. Bull. – 1994. – Vol. 55. – P. 271–297.

188. Thorp R. W. Vernal pool flowers and host-specific bees / R. W. Thorp // Studies from the Herbarium. – California State Univ. – Chico, 1990. – No. 8. – P. 109–122.
189. Torchio P. F. Bees as crop pollinators and the role of solitary bees in changing environments / P. F. Torchio // Proceedings of the 6th International Symposium on Pollination. – Acta Hort, 1991. – Vol. 288. – P. 49–61.
190. Torchio P. F. Native bee species developed as a commercially managed pollinator of highbush blueberry / P. F. Torchio // Kansas Entomol. – 1990. – Soc. 63. – P. 427–436.
191. Treloar W. J. Towards automation of Palynology 2: the use of texture measures and neural network analysis for automated identification of optical images of pollen grains / W. J. Treloar, J. R. Flenley, L. Empson // Journal of quaternary science. – 2004. – Vol. 19.– P. 755–762.
192. Trideni kvetovych a vcelich pylu: Vyuziti spektroskopickych a statistickych metod./ A. Synytsya, A. Synytsya, R. Bleha [et all] // Zjazd chemikov. – Vysoke Tatry, 2009. – P. 10.
193. Twell D. Pollen development, a genetic and transcriptomic view /D. Twell, A. D. Honys // Plant Cell Monographs. – Berlin, 2006. – Vol. 3.– P. 15–45.
194. Vaissière B. E. Pollen morphology and its effect on pollen collection by honey bees, Apis mellifera L. (Hymenoptera: Apidae), with special reference to upland coton, Gossypium hirsutum L. (Malvaceae) / B. E. Vaissière, S. B. Vinson // Grana, 1994. – Vol. 33. – P. 128–138.
195. Waha M. Zur Ultrastruktur und Funktion pollenverbindender Fäden bei Ericaceae und anderen Angiospermenfamilien / M. Waha // Plant Syst. Evol. – 1994. – Vol. 147. – P. 189–203.
196. Wcislo W. T. Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies / W. T. Wcislo, J. H. Cane // Ann. Rev. Entomol. – 1996. – Vol. 41. – P. 257–286.
197. Westerkamp C. Flowers and bees are competitors — not partners. Towards a new understanding of complexity in specialized bee flowers / C. Westerkamp // Pollination: from theory to practise. Proc. 7th Internatl. Symp. Pollin. – Acta Hort, 1997. – Vol.437. – P. 71–74.
198. Westerkamp C. Honeybees are poor pollinators / C. Westerkamp //Plant Syst. Evol. – 1991. – Vol. 177. – P. 71–75.
199. Westerkamp C. Pollen in bee–flower relations. Some considerations on melittophily / C. Westerkamp // Bot. Acta. – 1996. – Vol. 109. – P. 325–332.
200. Wilson R. F. Horticultural Colour Chart / R. F. Wilson. – Azalea Society of America, 2005. – 468 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Активність збору білкового корму за умов слабкого нектарного взятку

Дата	Кількість принесеного обніжжя																			
	сім'я №12				сім'я №59				сім'я №34				сім'я №60				сім'я №15			
	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ
01.05.11	75	45	28	148	68	65	33	166	62	59	36	157	50	33	72	155	27	22	80	129
02.05.11	93	62	56	211	46	70	20	136	54	71	40	165	80	28	38	146	21	45	55	121
03.05.11	83	51	48	182	63	61	37	161	55	57	33	145	55	44	48	147	35	62	62	159
04.05.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.05.11	0	40	62	102	0	27	27	54	0	31	35	66	0	91	62	153	28	77	27	132
06.05.11	70	51	29	150	47	58	35	140	67	54	35	156	27	100	58	185	44	47	39	130
07.05.11	95	57	59	211	59	57	21	137	52	65	39	156	35	76	57	168	80	59	21	160
08.05.11	101	64	47	212	84	65	28	177	66	73	22	161	21	79	65	165	55	84	28	167
09.05.11	89	68	68	225	48	72	44	164	61	67	45	173	28	86	72	186	77	48	44	169
10.05.11	86	72	0	158	70	42	0	112	65	68	0	133	44	116	42	202	39	70	58	167
11.05.11	0	38	60	98	0	25	40	65	0	30	37	67	0	77	25	102	0	33	57	90
12.05.11	82	48	35	165	73	51	45	169	56	71	22	149	47	83	51	181	27	20	65	112
13.05.11	91	79	70	240	50	56	22	128	64	68	29	161	59	37	56	152	35	37	72	144
14.05.11	100	85	69	254	80	40	23	143	53	70	31	154	84	20	62	166	71	22	42	135
15.05.11	76	0	0	76	55	0	0	55	69	0	0	69	48	0	0	48	47	0	0	47
16.05.11	79	87	45	211	77	41	43	161	63	77	23	163	70	27	77	174	59	22	51	132
17.05.11	86	43	71	200	83	74	46	203	70	79	23	172	33	35	50	118	84	29	56	169
18.05.11	116	93	66	275	45	42	29	116	40	70	39	149	20	21	80	121	48	31	27	106
19.05.11	77	56	28	161	97	13	24	134	70	8	19	97	37	28	55	120	70	62	35	167
20.05.11	83	74	27	184	61	15	14	90	51	29	18	98	62	44	53	159	69	77	21	167
∑ заг.	1482	1113	868	3463	1106	874	531	2511	1018	1047	526	2591	800	1025	1023	2848	916	847	840	2603

Таблиця А.2

Активність збору білкового корму за умов інтенсивного нектарного взятку

Дата	Кількість принесеного обніжжя																			
	сім'я №12				сім'я №59				сім'я №34				сім'я №60				сім'я №15			
	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ
25.05.11	10	19	5	34	21	23	12	56	17	14	3	34	15	20	9	44	79	28	2	109
26.05.11	8	27	7	42	19	12	20	51	22	17	7	46	9	7	7	23	8	49	6	63
27.05.11	17	11	4	32	27	21	16	64	16	16	15	47	7	7	43	57	13	33	16	62
28.05.11	11	10	11	32	31	16	14	61	24	12	14	50	56	49	59	164	26	20	38	84
29.05.11	4	20	15	39	28	27	8	63	20	25	9	54	4	64	68	136	64	1	31	96
30.05.11	5	7	9	21	49	26	2	77	22	15	4	41	5	79	9	93	49	77	2	128
31.05.11	15	7	7	29	33	8	6	47	23	17	6	46	15	7	7	29	33	8	6	47
01.06.11	19	49	59	127	20	11	16	47	69	37	16	122	19	45	59	123	20	11	16	47
02.06.11	3	64	59	126	1	26	38	65	33	95	26	154	3	64	33	100	1	26	27	54
03.06.11	98	79	68	245	79	61	31	171	36	50	27	113	98	79	68	245	20	61	26	107
Σ заг.	190	293	244	727	308	231	163	702	282	298	127	707	231	421	362	1014	313	314	170	797

Таблиця А.3

Активність збору білкового корму за умов продуктивного нектарного взятку

Дата	Кількість принесеного обніжжя																			
	сім'я №12				сім'я №59				сім'я №34				сім'я №60				сім'я №15			
	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ	09.00	12.00	15.00	Σ
07.06.11	37	35	45	117	18	11	8	37	26	7	11	44	37	45	42	124	42	37	45	124
08.06.11	57	38	14	109	64	20	11	95	46	10	23	79	57	14	52	123	52	57	14	123
09.06.11	42	54	34	130	16	32	13	61	33	14	56	103	42	34	45	121	45	42	34	121
10.06.11	38	41	16	95	23	16	13	52	41	21	14	76	38	16	38	92	38	38	16	92
11.06.11	35	44	20	99	35	21	10	66	38	16	20	74	35	20	43	98	43	35	20	98
12.06.11	49	35	38	122	15	22	14	51	27	18	16	61	49	38	26	113	26	49	38	113
13.06.11	0	0	17	17	0	0	8	8	0	0	10	10	0	0	22	22	0	0	17	17
14.06.11	46	52	89	187	18	22	11	51	42	30	9	81	16	42	29	87	35	16	42	93
15.06.11	56	58	79	193	22	32	30	84	52	38	21	111	23	38	37	98	49	23	52	124
16.06.11	62	83	59	204	29	37	27	93	45	58	27	130	35	35	41	111	34	35	45	114
17.06.11	101	102	80	283	37	26	25	88	38	64	24	126	15	49	21	85	46	15	38	99
18.06.11	62	80	53	195	41	53	18	112	43	30	16	89	62	42	38	142	56	62	43	161
19.06.11	40	0	0	40	21	0	0	21	26	0	0	26	40	0	0	40	16	0	0	16
20.06.11	0	29	51	80	0	14	24	38	0	6	23	29	0	16	49	65	0	45	35	80
21.06.11	25	31	12	68	19	25	8	52	14	16	5	35	14	23		37	35	14	49	98
22.06.11	73	99	82	254	42	44	48	134	35	47	52	134	34	35	46	115	15	34	32	81
23.06.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24.06.11	14	71	37	122	4	30	45	79	11	39	66	116	20	40	62	122	14	20	56	90
∑ заг.	737	852	726	2315	404	405	313	1122	517	414	393	1324	517	487	591	1595	546	522	576	1644

Додаток Б

Таблиця Б.1

Кількість волосків та пилкових зерен на різних зонах екзоскелету бджоли

№ преп.	Кількість волосинок, шт.			Кількість пилкових зерен, шт.			У т. ч., кількість пилкових зерен іншого ботанічного походження, шт.		
	1 зона	2 зона	3 зона	1 зона	2 зона	3 зона	1 зона	2 зона	3 зона
1	163	1126	635	456	658	321	5	13	0
2	157	1245	621	376	653	367	7	2	0
3	172	1135	710	389	489	249	11	8	2
4	167	1127	684	371	529	274	3	8	0
5	165	1137	692	429	674	342	5	7	0
6	158	1141	654	587	608	385	10	12	1
7	162	1208	748	432	594	266	3	5	0
8	98	983	504	233	138	40	152	96	14
9	82	871	445	201	142	25	94	102	8
10	92	959	486	241	96	38	127	65	10
X	141,6	1093	617,9	371,5	458,1	230,7	41,7	31,8	3,5
Σ	1416	10932	6179	3715	4581	2307	417	318	35

Таблиця Б.2

Опушення екзоскелету бджоли і розміщення пилкових зерен (n=10)*

№ преп.	Кількість волосинок, шт.			Кількість пилкових зерен, шт.			У т. ч., кількість пилкових зерен іншого ботанічного походження, шт.		
	1 зона	2 зона	3 зона	1 зона	2 зона	3 зона	1 зона	2 зона	3 зона
M±m	141,60± 11,260	1093,20± 37,106	617,90± 32,853	371,50± 37,440	458,10± 74,906	230,70± 44,993	41,70± 18,565	31,80± 12,584	3,50± 1,641
σ	35,61	117,3	103,9	118,4	236,9	142,3	58,7	39,8	5,2
Cv, %	25,15	10,73	16,81	31,87	51,71	61,67	140,80	125,10	148,30
P	7,95	3,39	5,32	10,08	16,35	19,50	44,52	39,57	46,90

Примітки. *1 зона – лицьова поверхня голови, яка зверху обмежується простими очима, по боках складними, а також лоб, щоки і кліпеус; 2 зона – скутум, обмежений по бокам тегулами, каудально – між сегментним швом, краніально – скутелюмом; 3 зона – другий тергіт черевця.

Додаток В

Поведінка бджоли під час збору білкового корму на суцвітті щиток щільний таволги пурпурної *(Filipendula purpurea)*

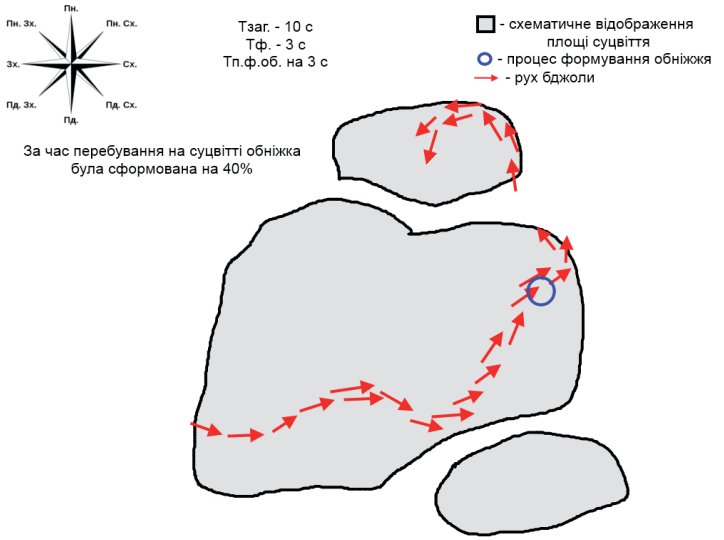


Рис. В.1. Суцвіття №1

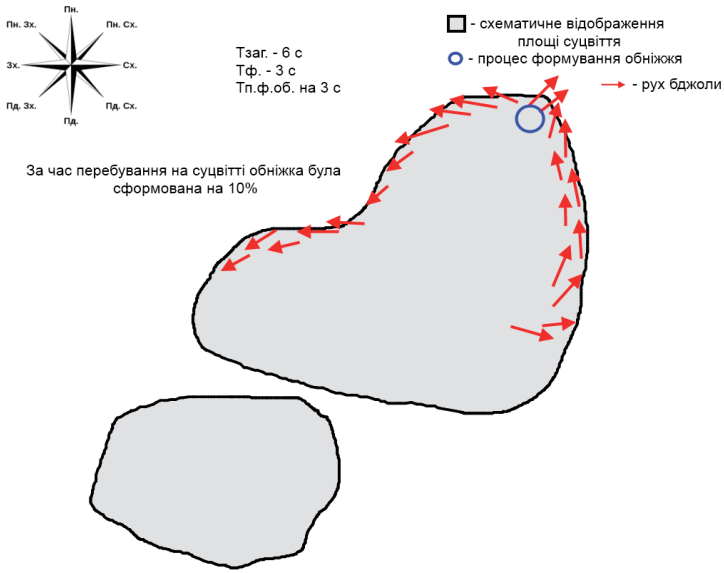


Рис. В.2. Суцвіття №2

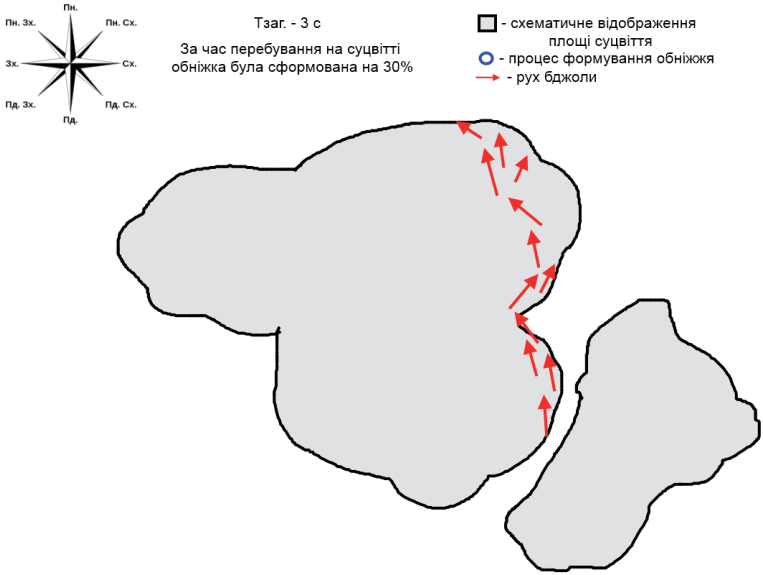


Рис. В.3. Суцвіття №3

Додаток Г

Таблиця Г.1

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу щільний щиток таволги пурпурної (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Тривалість формування обніжки, с
1	8	1,43	6,38	62
2	10	2,22	7,20	92
3	7	2,33	9,00	77
4	8	1,86	7,86	76
5	10	2,22	7,90	99
Показник				
M±m	8,6±0,60	2,01±0,166	7,67±0,432	81,2±6,507
lim	7–10	1,43–2,33	6,38–9,00	62–99
σ	1,34	0,37	0,97	14,55
Cv, %	15,60	18,42	12,64	17,92
P	6,98	8,24	5,64	8,01

Таблиця Г.2

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу рихлий щиток медунки темної (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Тривалість формування обніжки, с
1	22	3,24	7,73	238
2	20	3,84	8,15	236
3	23	3,27	7,34	250
4	23	3,00	7,30	234
5	22	2,52	8,23	234
Показник				
M±m	22±0,548	3,174±0,214	7,75±0,195	238,4±2,994
lim	20–23	2,52–3,84	7,30–8,23	234–250
σ	1,22	0,48	0,44	6,69
Cv, %	5,57	15,07	5,63	2,81
P	2,47	6,74	2,52	1,26

Таблиця Г.3

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу рихла китиця дайкону (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Тривалість формування обніжки, с
1	42	3,85	23,17	1131
2	39	4,08	25,97	1168
3	40	3,74	23,33	1079
4	40	4,3	24,2	1125
5	36	3,91	25	1037
Показник				
M±m	39,4±0,980	3,98±0,098	24,33±0,524	1108±22,694
lim	36–40	3,74–4,3	23,17–25,97	1037–1168
σ	2,19	0,22	1,17	50,74
Cv, %	5,56	5,50	4,82	4,58
P	2,49	2,46	2,16	2,05

Таблиця Г.4

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу щільна китиця резухи альпійської (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Тривалість формування обніжки, с
1	7	2,83	8,14	74
2	10	2,56	8,10	104
3	7	2,83	8,29	75
4	9	2,50	8,22	94
5	9	2,63	8,44	97
Показник				
M±m	8,4±0,60	2,67±0,068	8,24±0,060	88,80±6,061
lim	7–10	2,50–2,83	8,10–8,44	74–104
σ	1,34	0,15	0,13	13,55
Cv, %	15,97	5,74	1,63	15,26
P	7,14	2,56	0,73	6,83

Таблиця Г.5

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу китиця ріпаку (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Тривалість формування обніжки, с
1	32	5,45	33,59	1244
2	30	5,24	34,07	1174
3	33	5,50	33,30	1277
4	35	5,53	34,34	1390
5	28	5,48	34,29	1108
Показник				
M±m	31,60±1,208	5,44±0,0517	33,92±0,204	1238,6±47,778
lim	28–35	5,24–5,50	33,30–34,34	1108–1390
σ	2,70	0,12	0,46	106,84
Cv, %	8,55	2,12	1,34	8,63
P	3,82	0,95	0,602	3,86

Таблиця Г.6

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу поникла китиця барбарису звичайного (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Тривалість формування обніжки, с
1	19	17,56	7,90	466
2	20	15,84	7,15	444
3	20	17,58	7,90	492
4	22	17,52	7,86	541
5	18	18,06	8,28	456
Показник				
M±m	19,8±0,663	17,31±0,381	7,82±0,184	479,80±17,223
lim	18–22	15,84–18,06	7,15–8,28	444–541
σ	1,48	0,85	0,41	38,51
Cv, %	7,49	4,92	5,25	8,03
P	3,35	2,20	2,35	3,59

Таблиця Г.7

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу сережка верби козячої (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Тривалість формування обніжки, с
1	14	2,39	8,93	156
2	10	2,33	8,00	101
3	12	2,00	8,42	123
4	12	2,72	7,58	121
5	15	2,07	8,73	160
Показник				
M±m	12,6±0,872	2,30±0,128	8,33±0,245	132,2±11,231
lim	10–15	2,00–2,72	7,58–8,93	101–160
σ	1,95	0,27	0,548	25,11
Cv, %	15,47	12,44	6,57	18,10
P	6,92	5,57	2,94	8,50

Таблиця Г.8

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу головка конюшини білої (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Тривалість формування обніжки, с
1	19	13,50	57,79	1341
2	18	14,12	58,72	1297
3	20	13,26	59,4	1440
4	17	13,75	50,88	1085
5	20	14,58	48,95	1256
Показник				
M±m	18,8±0,583	13,842±0,233	55,148±2,173	1283,8±58,369
lim	17–20	13,26–14,58	48,95–59,40	1085–1440
σ	1,30	0,52	4,86	130,52
Cv, %	6,94	3,76	8,81	10,17
P	3,10	1,68	3,94	4,55

Таблиця Г.9

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті типу кошик кульбаби лікарської (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формуван–ня однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіття–ми, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Кількість етапів формувань	Тривалість формування обніжжя	Загальний час на формування обніжки, с
1	6	11,2	91	19	12,67	602
2	6	11,4	93	18,33	13	615
3	5	12,45	92,4	18,8	13,8	511
4	7	11,67	94,71	17,57	11,29	733
5	6	11,0	81,33	20,5	10,17	543
Показник						
M±m	6±0,316	11,54±0,252	90,49±2,366	18,84±0,483	12,19±0,647	600,8±38,134
lim	5–7	11–12,45	81,33–94,71	17,57–20,05	10,17–13,8	511–733
σ	0,71	0,56	5,29	1,079	1,45	85,27
Cv, %	11,79	4,89	5,85	5,73	11,87	14,19
P	5,27	2,18	2,61	2,56	5,31	6,35

Таблиця Г.10

Тривалість формування однієї ноші обніжжя на суцвітті змішаного типу очитку їдкого (n=5)

№	Кількість суцвіть, які відвідала бджола для формування однієї ноші	Тривалість перельоту між суцвіттями, с	Тривалість знаходження на суцвітті, с	Тривалість формування обніжки, с
1	10	18,89	18,1	351
2	8	20	20,13	301
3	9	17,63	18,44	307
4	11	19,2	19,18	403
5	10	18,67	19,1	359
Показник				
M±m	9,6±0,510	18,88±0,385	18,99±0,349	344,2±18,672
lim	8–10	17,63–20	18,1–20,13	301–403
σ	1,14	0,86	0,78	41,75
Cv, %	11,88	4,56	4,11	12,13
P	5,31	2,04	1,84	5,42

Додаток Д

Таблиця Д.1

Ефективність роботи бджіл на різних типах суцвіть

№ п/п	Тип суцвіття	Назва рослини	Тривалість формування обніжжя, с M±m	Сформованість обніжжя, бал	Довжина обніжки, мм M±m	Ширина обніжки, мм M±m	Гомо-генність обніжжя	Маса обніжки, мг M±m
1	Щільний щиток	таволга пурпурна	81,20±6,507	0	3,345±0,0101	2,862±0,0156	+	9,5±0,20
2	Рихлий щиток	гречка	≈25–35 хв	5	3,043±0,0132	2,565±0,0121	+	8,2±0,14
3	Рихлий щиток	медунка темна	238,40±2,994	4	3,357±0,0157	3,010±0,0133	+	11,0±0,10
4	Рихла китиця	дайкон	1108,00±22,694	5	3,257±0,0148	3,114±0,0143	+	12,1±0,10
5	Щільна китиця	резуха альпійська	88,80±6,06	4	3,328±0,0154	2,973±0,0161	+	10,6±0,13
6	Щільна китиця	ріпак	1238,60±47,778	5	3,724±0,0112	3,225±0,0154	+	16,8±0,24
7	Поникла китиця	барбарис звичайний	479,80±17,223	2	3,967±0,0135	3,755±0,0168	+	19,1±0,21
8	Сережка	верба козяча	132,20±11,231	2	3,807±0,0143	3,317±0,0105	+	17,2±0,19
9	Рихла волоть	звіробій звичайний	≈ 40хв	0	2,162±0,0165	1,743±0,0132	–	3,5±0,10
10	Волоть	синюха блакитна	206,40±6,772	5	3,896±0,0142	3,704±0,0169	+	19,0±0,25
11	Зонтик	кизил справжній	≈ 30хв	0	2,458±0,0149	2,094±0,0155	–	5,3±0,14
12	Головка	конюшина біла	1283,80±58,369	5	2, 864±0,0167	2,465±0,0147	+	7,3±0,12
13	Кошик	кульбаба лікарська	600,80±38,134	4	3,125±0,0136	2,571±0,0134	+	8,6±0,13
14	Колос	лаванда	≈3 год	0	2,006±0,0115	1,247±0,0114	–	2,8±0,11
15	Змішаний тип	очиток їдкий	344,20±18,672	5	2,690±0,0123	2,397±0,0109	+	6,0±0,13

Таблиця Д.2

Ефективність роботи бджіл на квітах різної будови

№ п/п	Тип квітки	Доступність пиляків	Назва рослин	Кількість квітів, які відвідала бджола M±m	Тривалість формування, хв M±m	Сформованість, бал	Гомогенність	Довжина обніжки, мм M±m	Ширина обніжки, мм M±m	Маса обніжки, мг M±m
1	Асиметричні попарні	доступні	жимолость	33,24±0,327	15,82±0,632	5	+	3,624±0,0107	3,215±0,0134	16,0±0,15
2	Симетричні, актиноморфні	легкодоступні	айва	11,67±0,235	10,43±0,539	5	+	3,672±0,0112	3,236±0,0148	16,6±0,21
3	Симетричні, актиноморфні	легкодоступні	анемона дібровна	28,43±0,283	12,35±0,463	5	–	3,247±0,0138	3,114±0,0143	12,1±0,10
4	Симетричні, актиноморфні	легкодоступні	дикий тюльпан	–	–	4	–	3,353±0,0167	3,012±0,0131	11,0±0,10
5	Симетричні, актиноморфні	легкодоступні	нарцис	–	–	4	–	3,296±0,0141	2,704±0,0139	9,5±0,20
6	Симетричні, актиноморфні	легкодоступні	проліска лісова	–	–	5	+	3,228±0,0134	3,173±0,0122	12,6±0,13
7	Симетричні, актиноморфні	легкодоступні	пшінка весняна	9,64±0,212	22,37±0,487	5	+	3,864±0,0134	3,654±0,0158	18,0±0,27
8	Симетричні зигоморфні	легкодоступні	ірис карликовий	3,25±0,56	19,89±0,653	5	+	3,697±0,0143	3,217±0,0114	16,2±0,18
9	Симетричні зигоморфні	повністю приховані пиляки	глуха кропива пурпурна	–	–	2	+	2,202±0,0155	1,713±0,0122	3,4±0,11
10	Симетричні зигоморфні	повністю приховані пиляки	розхідник	–	–	2	+	2,243±0,0101	1,652±0,0143	3,6±0,15
11	Симетричні зигоморфні	частково приховані пиляки	фіалка лісова	–	–	1	–	2,158±0,0142	1,094±0,0165	2,3±0,12
12	Симетричні зигоморфні	частково приховані пиляки	фіалка біла	–	–	1	–	2, 164±0,0127	1,465±0,0137	2,3±0,14

Наукове видання

Адамчук Леонора Олександрівна
кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри конярства і бджільництва Націоалього університету біоресурсів і природокористування України

Бджолине обніжжя

Монографія

Видання підготовлено за активної співпраці дослідників, що беруть участь у Міжнародній мережі AgroBioNet установ і вчених для реалізації наукових досліджень, освіти та розвитку «Агробіорізноманіття для покращення харчування, здоров'я і якості життя» TRIVE (ITMS 26110230085) та в рамках проекту ITEBIO (ITMS 26220220115).

Автор висловлює подяку Міжнародному Вишеградському Фонду за надання підтримки та стипендії для проведення досліджень і підготовки наукових видань.

Щиросердечну подяку автор висловлює видатному вченому, доктору сільськогосподарських наук, професору Броварському Валерію Дмитровичу за наукове спрямування, професійні настанови і батьківську підтримку.

Коректор – *Медвідь Катерина*
Комп'ютерна верстка, художнє оформлення обкладинки– *Dušan Neubauer*
Підписано до друку 25. 10. 2017
Формат А5. Папір офсетний. Друк офсетний
Гарнітура Minion Pro. Ум. друк. арк. 9,40 (7,12 text, 2,28 illustr.)
Обл.-вид.арк. 9 Зам. № 571
Тираж 300
Видавничий дім "Вініченко"
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виробників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК №3083 від 15.01.2008 р.
м. Київ
тел. +38 067 5064644, +38 066 4516764,
тел./факс (+38 04594) 415-11
офіційний сайт: izdomvin.ucoz.ua