

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЇ КАРПАТ**

ГОНЧАР ГАННА ЮРІЇВНА

УДК 595.794/.799+574.4

**БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ
ДИКИХ БДЖІЛ (HYMENOPTERA: APOIDEA)
В УМОВАХ АНТРОПОГЕННО ЗМІНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ**

03.00.16 – екологія

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Львів – 2021

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»

- Науковий керівник:** доктор біологічних наук, професор,
академік НАН України
Радченко Володимир Григорович,
ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,
директор
- Офіційні опоненти:** доктор біологічних наук, професор
Капрусь Ігор Ярославович,
Львівський національний аграрний університет,
професор кафедри екології факультету
агротехнологій та екології
- кандидат біологічних наук,
Гордій Наталія Михайлівна,
Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка,
старший викладач кафедри екології природничо-
економічного факультету

Захист відбудеться «28» квітня 2021 року о 14.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К35.257.01 в Інституті екології Карпат НАН України, вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79026.

Із дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту екології Карпат НАН України, м. Львів, вул. Козельницька, 4 та на сайті <http://www.ecoinst.org.ua/html/ct1.htm>

Автореферат розісланий «26» березня 2021 року

Учений секретар спеціалізованої вченої ради
кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник



І. М. Шпаківська

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У світі відомо близько 20 000 видів диких бджіл із 443 родів та 7 родин (Hymenoptera, Apoidea: Stenotritidae (виключно в Австралії), Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae та Apidae) (Радченко, Песенко, 1994; Michener, 2007). Ці комахи поширені майже на всіх континентах, за винятком Антарктиди. Вони виконують важливу екосистемну функцію – запилення, що забезпечує репродуктивне відтворення близько 80 % квіткових рослин (Smitley, 2018). За останні 50 років у світі спостерігається стрімке зменшення різноманіття бджіл (Brown, Paxton, 2009; Kleijn, et al., 2017; Drossart, Gerard, 2020; Althaus et al., 2021), що призвело до глобальної кризи запилювачів. Лише у Європі 77 видів диких бджіл мають загрозливий стан популяцій із високим ризиком зникнення та вимирання, водночас недостатньо даних для оцінювання популяцій ще 1101 виду (56,7 % від загального числа видів у Європі) (Nieto et al., 2014).

Головними причинами зменшення різноманіття бджіл є нестача їх кормових та гніздових ресурсів внаслідок підвищення антропогенного навантаження на екосистеми через трансформацію середовища. Загальна тенденція до збільшення площ міських екосистем через забудову прилеглих територій відбувається на фоні перетворення природного середовища бджіл. Водночас сучасні дослідження показали, що міське середовище може забезпечити цих комах необхідними ресурсами для існування, а інколи стати осередком їх різноманіття (Quistberg et al., 2016; Normandin et al., 2017; Rocha-Filho, 2018). Також, дослідження із історичних змін угруповань диких бджіл саме в урбанізованому середовищі не проводились, а здебільшого вони були присвячені їх змінам у природних територіях (Marlin, LaBerge 2001; Banaszak, 2010; Martins et al., 2013; Hofmann, et al., 2018). Незважаючи на щораз більший інтерес щодо міських угруповань диких бджіл, до тепер комплексних еколого-фауністичних досліджень в урбанізованому середовищі на території України не проводили. Так, у Києві, одному із найбільших міст України, ущільнення та збільшення площі забудови різного призначення також призводить до розширення його меж, при цьому зелені зони складають близько 49,0 % (Дідух, Альошкіна, 2012). Тому, дослідження угруповань бджіл, їхнього загального стану і тенденцій до трансформації з урахуванням біоекологічних особливостей в урбанізованому середовищі м. Києва є надзвичайно актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано в межах науково-дослідних тем ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»: «Таксономічні, еколого-фауністичні та морфологічні дослідження окремих груп комах Старого Світу» (номер держреєстрації 0120U101240) – 2020–2021 рр.; «Структурно-функціональні аспекти таксономічного і ценотичного біорізноманіття за різних екологічних умов» (номер держреєстрації 0117U004319) – 2017–2021 рр.; «Різноманіття та екологічне значення деяких груп перетинчастокрилих комах-запилювачів та ентомофагів у трансформованих біотопах» (номер держреєстрації 0119U001880) – 2019–2020 рр.; «Створення та добір високопродуктивних клітинних ліній представників роду *Lysimachia* для потреб фармакології»

(номер держреєстрації 0115U002926) – 2015–2019 рр.; «Еколого-фауністичні, морфо-біологічні та етологічні характеристики окремих груп комах» (номер держреєстрації 0116U004830) – 2019 р.; «Наукові основи біоіндикації рівня антропогенної трансформації територій за популяційними показниками фонових видів» (номер держреєстрації 0112U002615) – 2015–2016 рр.; «Морфологічні адаптації деревних рослин урбанізованих територій» (номер держреєстрації 0112U002739) – 2014–2016 рр.; «Розробка фундаментальних основ молекулярних та клітинних біотехнологій збереження біорізноманіття шляхом регуляції епігенетичних процесів, що впливають на репродукцію у квіткових рослин і безхребетних тварин, а також створення нових форм організмів» (номер держреєстрації 0110U005746) – 2013–2014 рр.

Мета дослідження – встановити видовий склад та екологічну структуру угруповань диких бджіл (Hymenoptera, Apoidea) в умовах урбанізованого середовища та визначити основні тенденції щодо їхньої трансформації. Для досягнення мети були поставлені такі **завдання**:

- провести фауністичні збори та визначити сучасний видовий склад диких бджіл;
- узагальнити дані щодо видового різноманіття та екологічної структури угруповань диких бджіл досліджуваної території та провести порівняльний аналіз даних за останні 100 років;
- виявити особливості диференціації угруповань диких бджіл залежно від типу міського середовища;
- описати кормовий ресурс та особливості трофічних зв'язків диких бджіл залежно від типу міського середовища;
- встановити зв'язки між ступенем урбанізації, індексами різноманіття рослинних угруповань, нормалізованим вегетаційним індексом (NDVI) і видовим різноманіттям диких бджіл;
- визначити основні охоронні категорії (за Європейським Червоним Списком бджіл та Червоною Книгою України) та надати відомості щодо їх поширення в урбанізованому середовищі;
- оцінити зелені насадження міста як потенційний кормовий ресурс для бджіл та ефективність використання штучних гніздових конструкцій для підтримки їх різноманіття у місті.

Об'єкт дослідження – угруповання диких бджіл (Hymenoptera, Apoidea).

Предмет дослідження – особливості структурної організації угруповань диких бджіл за умов антропогенно змінених територій на прикладі урбанізованого середовища.

Методи дослідження. Виконання дисертаційного дослідження передбачало застосування спеціальних та загальнонаукових методів: польові збори (стандартизований метод косіння ентомологічним сачком, індивідуальний збір на рослинах, Песенко, 1982), камеральна обробка та ідентифікація зібраного матеріалу (Banaszak, Romasenko, 1998; Осичнюк 1970, 1977; Loken, 1973, 1984; Pesenko et. al, 2000; Osytshnjuk et. al, 2005, 2008; Michez et al., 2007; Bogusch, Straka, 2012; Proshchalykin, Kuhlmann 2012; Smit,

2018), статистичні методи аналізу даних, методи аналізу даних із використанням космічних знімків земної поверхні.

Наукова новизна роботи. Основні положення дисертаційної роботи, що визначають її наукову новизну полягають у тому, що *вперше*:

- проведено комплексні еколого-фауністичні дослідження видового складу диких бджіл-запилувачів в умовах урбанізованого середовища України, виконано ревізію і аналіз загальної таксономічної структури угруповань диких бджіл у м. Києві за період 1900–1933 рр. порівняно із сучасним станом і встановлено статистично значущі зміни чисельності за останні 100 років для 39 видів бджіл, до загального видового переліку додано 11 видів, що не траплялися на території міста раніше;

- доведено, що головна причина зміни видового складу угруповань диких бджіл у м. Києві протягом останніх 100 років пов'язана з активною забудовою його території, трансформацією рослинного покриву та змінами кормових ресурсів;

- з'ясовано, що у загальній структурі угруповань диких бджіл абсолютно константні види становлять лише 2 % (*Evylaeus politus*, *E. malachurus*, *Bombus terrestris*, *B. lucorum* та *B. lapidarius*), константні види 4 % (11 видів). Більшість видів належать до другорядних (19 %, 46 видів) та випадкових (75 % або 183 види), які трапляються в основному на території окремих Дніпровських островів, малозмінених територіях та рідше – парках;

- трансформація екологічної структури угруповань у залежності від типу міського середовища відбувається у бік зменшення представленості видів-оліголектів та клептопаразитів;

- показано зворотній зв'язок між зростанням ступеня урбанізації та зменшенням різноманіття бджіл, де найуразливішими до урбанізації є представники родини Melittidae, що пов'язано із їх кормовою спеціалізацією, та найбільш пристосовані серед екологічних груп диких бджіл – види із соціальним способом життя;

- показано значущість декоративних зелених насаджень міста як кормового ресурсу та виділено найбільш привабливі для більшості диких бджіл види рослин, які можна рекомендувати для озеленення міста.

Практичне значення одержаних результатів. Результати проведених еколого-фауністичних досліджень угруповань диких бджіл дозволяють розширити уявлення щодо видового складу, екологічної структури угруповань та трофічних зв'язків на території міського середовища. Визначені нами чинники, що лімітують різноманіття диких бджіл, дозволяють коригувати їх вплив та вживати заходи із зменшення ризиків щодо скорочення різноманіття диких бджіл – запилювачів рослин в антропогенно трансформованому середовищі. Встановлення найбільш привабливих для більшості видів диких бджіл декоративних рослин дозволило рекомендувати окремі їх види для використання в озелененні міста. Наведено дані щодо різноманіття поселенців, їх шкідників та паразитів у штучних гніздових конструкціях, розміщених на території міста. Показано головні застороги при використанні штучних гніздівель, дотримання яких дозволяє отримати якісний матеріал для наукових,

природоохоронних і просвітницьких цілей. Аналіз супутникових зображень земної поверхні з обчисленням вегетаційних індексів та індексу урбанізації рекомендовано для експрес-оцінки стану природних і міських екосистем.

Еколого-фауністичні дані можуть бути використані для рекомендацій щодо посилення охоронного режиму ключових територій міста з найбільш високим різноманіттям диких бджіл різних екологічних груп і природоохоронних категорій.

Особистий внесок здобувача. Робота є самостійним дослідженням дисертантки, яка підбрала відповідні методи дослідження, збрала польовий матеріал, здійснила його визначення, статистичне опрацювання та аналіз. Узагальнення та інтерпретацію отриманих даних здійснено як особисто, так і спільно з науковим керівником, що відображено у відповідних друкованих працях. Матеріали, опубліковані у співавторстві, містять пропорційний внесок здобувачки.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Основні теоретичні положення та практичні результати досліджень презентовано та обговорено на ІХ Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальные проблемы экологии», Беларусь, Гродно, 2013 р., VIII з'їзді ГО «Українське ентомологічне товариство» Київ, 2013 р., VII Міжнародній науковій конференції «Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах». м. Дніпропетровськ, 2013 р., Міжнародній науковій конференції «Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій», м. Київ, 2013 р., Першій науково-практичній конференції «Современные проблемы энтомологии Восточной Европы» м. Минск, 2015 р., II Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми екології та еволюції екосистем в умовах трансформованого середовища», м. Чернігів, Деснянське, 2018 р., Міжнародній науково-практичній конференції «Відновлення, охорона й збереження рослинного світу лісів України в умовах техногенного навантаження та змін клімату», м. Київ, 2019 р., Міжнародній зоологічній конференції «Фауна України на межі XX–XXI ст. Стан і біорізноманіття екосистем природоохоронних територій», 12–15 вересня 2019 р., м. Львів, та інші.

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 19 наукових праць, серед яких 7 статей у фахових виданнях України, 2 – у журналах, що індексуються провідними міжнародними базами даних (Web of Science та Scopus), 10 – у збірках матеріалів та тез доповідей наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел із 406 найменувань та 1 додатка. Загальний обсяг рукопису становить 246 сторінок, з них 165 сторінок основного тексту. Дисертація містить 11 таблиць та 42 рисунка.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИКИХ БДЖІЛ ТА ІСТОРІЯ ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Огляд літератури представлений у вигляді нарису із загальної характеристики диких бджіл – їхня біологія, життєвий цикл та індивідуальний розвиток, особливості різних типів гніздобудування, трофічні та лектичні зв'язки, організація життя та поведінка, природні вороги та хвороби (Радченко, Песенко, 1994; Michener, 2007).

З'ясовано, що дослідження диких бджіл на території України проводили за такими основними напрямками: фауна, таксономія, біологія, еволюція, етологія, філогенія, гніздування, екологія запилення, промислове розведення для запилення, охорона диких бджіл – всього понад 400 наукових праць. Найменш дослідженою залишається екологія бджіл в урбанізованому середовищі (Коновалова, 2005, 2009). Територія Києва (та області) найретельніше була досліджена на початку 20 століття О. Г. Лебедевим (Лебедев, 1931, 1933), що дає змогу проводити ретроспективний аналіз видового складу та чисельності диких бджіл різних екологічних груп, а також визначити основні тенденції їхніх змін внаслідок тривалої антропогенної трансформації середовища.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводили на території м. Києва у період з 2012 по 2020 рр. Місто розташовано на межі двох фізико-географічних зон – Лісової та Лісостепової, на правому та лівому берегах р. Дніпро. Площа міста становить 835,6 км². Забудовані землі міста – 44,3 %, де житлова та промислова зони займають площу 314 км², зелена зона – 460 км². Значну частину території м. Києва змінено під впливом людської діяльності, внаслідок чого природні ландшафти перетворюються на антропогенні, відбувається зміна ґрунтів та трансформація рослинного покриву. Обрані території дослідження репрезентують основні загальнофункціональні зони міського середовища: рекреаційна зона, житлова та зона транспортних мереж. Відповідно до Клауснітцера, 1990, території належать до категорій: *залишки природних ландшафтів у місті*: малозмінені природні території (4) – урочище «Совки», Святошинський лісопарк, РЛП «Лиса Гора» урочище «Феофанія»; група Дніпровських островів у межах Києва (4) – о. Муромець, о. Труханів, о. Гідропарк, о. Жуків; ботанічні сади (1) – НБС ім. М. М. Гришка; міські парки (8) – ППСМП «Феофанія», Національний комплекс «Експоцентр України», «Нивки», «Перемоги», «Партизанської Слави», «Бабин Яр», парк ім. Пушкіна, парк «КП»; *збудовані території*: житлові квартали (4) – «Теремки-1», «Виноградар», «Кришталеві джерела», «Троєщина»; *комунікаційно-стрічкові ландшафти, транспортні зони*: узбіччя автодоріг (9); *залізничні споруди і прилеглі зони* (2) – Пост «Київ Деміївський», Пост «Київ Волинський».

Збір матеріалу здійснювали за загальноприйнятими методиками (Песенко, 1982). Статистичну значущість різниці між таксономічним різноманіттям, екологічними структурами угруповань основних типів міського

середовища оцінювали за допомогою ANOVA, Критерій Манна-Уїтні. Для співставлення історичних відомостей про різноманіття та розподіл видів із сучасними зборами використовували тест порівняння пропорцій із обчисленням z-значення та рівня значимості $p < 0,05$. Обчислювали відносну чисельність та частоту трапляння бджіл (Tischler, 1949), загальноприйняті індекси різноманіття та повноти відбору проб (Magurran, 2013), подібність видового складу диких бджіл та рослинних угруповань (коефіцієнт Жаккара). За допомогою методів аналізу даних із використанням космічних знімків земної поверхні обчислювали нормалізований вегетаційний індекс (NDVI) та індекс урбанізації. Для відображення трофічних зв'язків диких бджіл використовували спеціальний пакет "bipartite" для середовища R (Dormann, 2020). Для встановлення зв'язків між різноманіттям диких бджіл та різноманіттям рослинних угруповань, індексу урбанізації, вегетаційним індексом використовували кореляційний та регресійний аналіз, а також лінійні регресійні моделі. Дослідження гніздових конструкцій різного типу проводили на території ППСМ «Феофанія» та Ботанічного саду Національного університету біоресурсів і природокористування України у 2019–2020 рр., де оцінювали ступінь їх привабливості та різноманіття поселенців. Охоронні категорії видів вказували за Європейським Червоним Списком бджіл (Nieto et al., 2014) та Червоною Книгою України 2009 (Акімов, 2009). Статистичний аналіз даних виконували в програмі PAST (Paleontological Statistics, Version 3.12), середовищі R (The R Foundation for Statistical computing) з використанням пакетів "bipartite", "nlme", "ggplot2". Зібраний матеріал ідентифікували за наступними визначниками: Banaszak, Romasenko, 1998; Осичнюк 1970, 1977; Loken, 1973, 1984; Scheuchl, 1995; 1996; Pesenko et. al, 2000; Osytshnjuk et. al, 2005, 2008; Michez et al., 2007; Bogusch, Straka, 2012; Proshchalykin, Kuhlmann 2012; Smit, 2018. Для підтвердження правильності визначення видів також опрацьовували матеріали фондів колекцій Інституту зоології ім. Шмальгаузена НАН України.

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ЗМІН ВИДОВОГО СКЛАДУ ДИКИХ БДЖІЛ М. КИЄВА

У період із 1900 року по 1933 для території міста Києва з 13 пунктів спостереження та збору вказано 281 вид диких бджіл із 42 родів, що належать до 6 родин (Лебедев, 1933). Більша частина видів була представлена малочисельно: 137 видів вказані за 1–2 особинами, і лише для 20 видів вказано понад 30 особин. В екологічній структурі міста були представлені різні групи бджіл – за трофічними зв'язками, життєвою стратегією та типом гніздування.

На сучасному етапі дослідження повторно не зареєстровано 61 вид диких бджіл. Статистичне порівняння даних дозволяє стверджувати про значущу зміну чисельності 39 видів, у 27 видів зафіксовано зменшення чисельності, для 11 – повне зникнення з території міста і лише для 8 видів відзначено збільшення чисельності. Частина видів, що були представлені у зборах О.Г. Лебедева поодинокими особинами та не зареєстровані в сучасних зборах, за результатами статистичної перевірки, не можуть бути визнані як повністю

зниклі або такі, чисельність яких зменшилася порівняно з 1933 роком. Поповнення видового різноманіття відбулось за рахунок тих видів, що раніше не були вказані для міста за даними літератури, але були відзначені для Київської та суміжних областей різними дослідниками (Лебедєв, 1933; Осичнюк 1964, 1970, 1977; Ромасенко, 1985; Володимирський, 1991), серед них: *Andrena chrysopus* Perez, 1903, *Melitta dimidiata* Morawitz, 1876, *Anthophora bimaculata* (Panzer, 1798), *Systropha planidens* Giraud 1861, *Icteranthidium laterale* (Latreille, 1809), *Bombus humilis* Illiger, 1806, *Epeoloides coecutiens* (Fabricius, 1775) та ін.

Основною причиною змін видового складу диких бджіл є значні зміни на території міста та трансформація рослинного покриву, що позначилось на кормових та гніздових ресурсах. Збільшення забудови та зменшення зелених зон, придатних для мешкання бджіл, стали однією із причин зміни різноманіття бджіл, як це, наприклад, відбулось на території «КПІ». Реконструкція кормових зв'язків показала значне скорочення відповідних видів рослин із 44 до 14 видів та бджіл із 126 видів до 12.

СУЧАСНЕ ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОЛОГІЧНА СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ ДИКИХ БДЖІЛ

У результаті верифікації видового складу диких бджіл, наведеного в джерелах літератури та власних дослідженнях, встановлено, що сучасна таксономічна структура угруповань диких бджіл м. Києва складається з 246 видів із 42 родів, що належать до 6 родин (рис. 1).

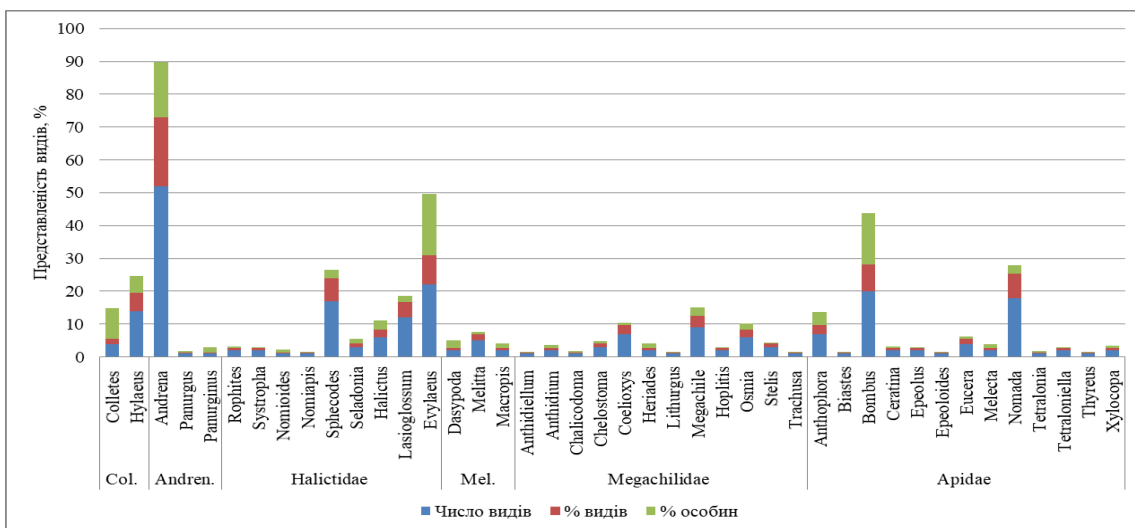


Рис. 1. Таксономічне різноманіття диких бджіл м. Києва: Col. – родина Colletidae, Andren. – Andrenidae, Mel. – Melittidae

У найбільш досліджених містах Європи частка видів бджіл становить від 10 до 68 % від загального числа видів у відповідній країні. Видовий склад бджіл м. Києва становить близько 35 % від відомих для України.

Видове різноманіття диких бджіл Києва. За допомогою статистичних методів було обчислено повноту відбору проб, що дозволяє стверджувати про виявлення максимального числа видів бджіл в основних типах міського

середовища. Отже, представленість різних таксонів в угрупованнях бджіл варіювала (рис.2).



Рис. 2. Представленість таксонів бджіл за різних типів міського середовища

На територіях, котрі належать до рекреаційних зон міста (малозмінені, Ботанічний сад, Дніпровські острови, парки), представлено максимальне різноманіття диких бджіл, у той же час території житлових кварталів, залізничних споруд та прилеглих зон, узбіччя доріг вирізнялись збідненим складом угруповань диких бджіл. Для узбіччя автодоріг таксономічне різноманіття диких бджіл було найнижчим. Порівняння видового різноманіття угруповань диких бджіл на основних типах міського середовища показало їх статистично значущі відмінності (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння таксономічного різноманіття угруповань диких бджіл основних типів біотопів м. Києва (ANOVA, Критерій Манна-Уїтні)

	МЗТ	ЖК	УД	ЗС	МП	ДО
МЗТ	-	0,00	0,00	0,00	0,05	0,19
ЖК	0,00	-	0,27	0,85	0,00	0,00
УД	0,00	0,27	-	0,38	0,00	0,00
ЗС	0,00	0,85	0,38	-	0,00	0,00
МП	0,05	0,00	0,00	0,00	-	0,48
ДО	0,19	0,00	0,00	0,00	0,48	-
БС	0,08	0,00	0,00	0,00	0,81	0,64
Середні значення	Сума квадратів	df	Середнє квадратів	F	p	
Між групами	729,809	6	121,635	2,006	0,06	
Всього:	18555,1	300			0,03	
Levene's test: $p < 0,05$						
Welch F test: $F = 8,743$, $df = 123,5$, $p < 0,05$						

Примітка: МЗТ – малозмінені території міста, ЖК – житлові квартали, УД – узбіччя доріг, ЗС – залізничні споруди і прилеглі зони, МП – міські парки, ДО – Дніпровські острови, БС – ботанічний сад.

Зміна видового різноманіття за типом середовища відбувалась у напрямку від малозмінених територій міста до узбіч автодоріг. Починаючи з міських парків, спостерігається поступове спрощення таксономічної структури за рахунок зменшення різноманіття усіх родин. Найнижчим цей показник був на території автодоріг, де, наприклад, повністю зникають представники родини Melittidae, що пов'язано з їх кормовою спеціалізацією до рослин, які ростуть у малозмінених територіях.

За ступенем подібності видового складу бджіл досліджувані території об'єднувались у кластери з найбільшим різноманіттям – ботанічний сад та малозмінені території (рис. 3).

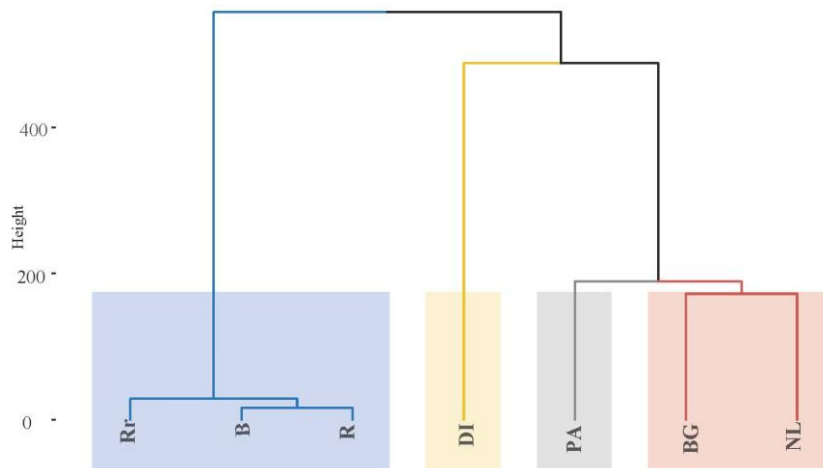


Рис. 3. Дендрограма подібності видового складу диких бджіл (K-means): BG – НБС ім. М. М. Гришка, DI – Дніпровські острови, NL – малозмінені природні території, PA – міські парки, B – житлові квартали, R – узбіччя автомобільних доріг, Rr – залізничні споруди та прилеглі зони

Група Дніпровських островів займає більш виокремлене положення за рахунок наявності дуже рідкісних видів, які не траплялись на інших територіях.

Частота трапляння видів диких бджіл. Частота трапляння видів бджіл була різною (рис. 4). Види, що трапляються у переважній більшості досліджуваних територій – абсолютно константні – становлять лише 2 %, це *Evylaeus politus* (Schenck, 1853), *E. malachurus* (Kirby, 1802), *Bombus terrestris* (Linnaeus, 1758), *B. lucorum* (Linnaeus, 1761) та *B. lapidarius* (Linnaeus, 1758).

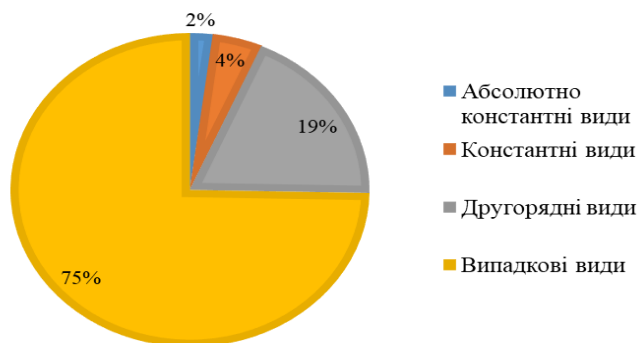


Рис. 4. Частота трапляння видів диких бджіл на території міста, %

Константні види, які траплялись на всіх досліджуваних територіях, окрім деяких узбіч доріг та житлових кварталів, становили 4 % (11 видів): *Colletes cunicularius* (Linnaeus, 1761), *Hylaeus communis* Nylander, 1852, *Andrena haemorrhoea* (Fabricius, 1781), *A. minutuloides* Perkins, 1914, *A. subopaca* Nylander, 1848, *A. flavipes* Panzer, 1799, *Evylaeus morio* (Fabricius, 1793), *Heriades truncorum* (Linnaeus, 1758), *Anthophora plumipes* (Pallas, 1772), *Bombus hypnorum* (Linnaeus, 1758), *B. pascuorum* (Scopoli, 1763). Більшість видів належать до другорядних (19 %, 46 видів) та випадкових (75 %, або 183 види), які трапляються в основному на території окремих Дніпровських островів, малозмінених територіях та, рідше, парках.

За структурою домінування у кожному типі міського середовища не виявлено еудомінантів. Як субдомінанти на більшості територій вказані види, які за частотою трапляння є абсолютно константними, або константними.

Індекси різноманіття та структура угруповань диких бджіл. Обчислені індекси видового різноманіття диких бджіл значно варіювали, найбільше різноманіття встановлено для малозмінених територій міста (максимальне – РЛП «Лиса Гора»), Дніпровських островів (максимальні показники для о. Муромець та Жуків), НБС ім. М. М. Гришка та міських парків (ППСПМ «Феофанія»). За числом видів нижчі показники зазначені для території житлових кварталів та ділянок залізничних шляхів, а мінімальне різноманіття зафіксоване для узбіч автошляхів.

Загальна екологічна структура угруповань диких бджіл міста. Виявлено, що у загальній екологічній структурі угруповань диких бджіл за лектичними зв'язками, місцем гніздування та способом життя переважали види, що гніздяться у ґрунті, поодинокі та полілекти (рис. 5).

Оліголектичні види становлять майже третину від загального угруповання, при тому, що такі види здебільшого є нечисленні, хоча локально вони можуть вносити значну частку у відповідному угрупованні (наприклад на деяких Дніпровських островах) та виступати як субдомінанти.

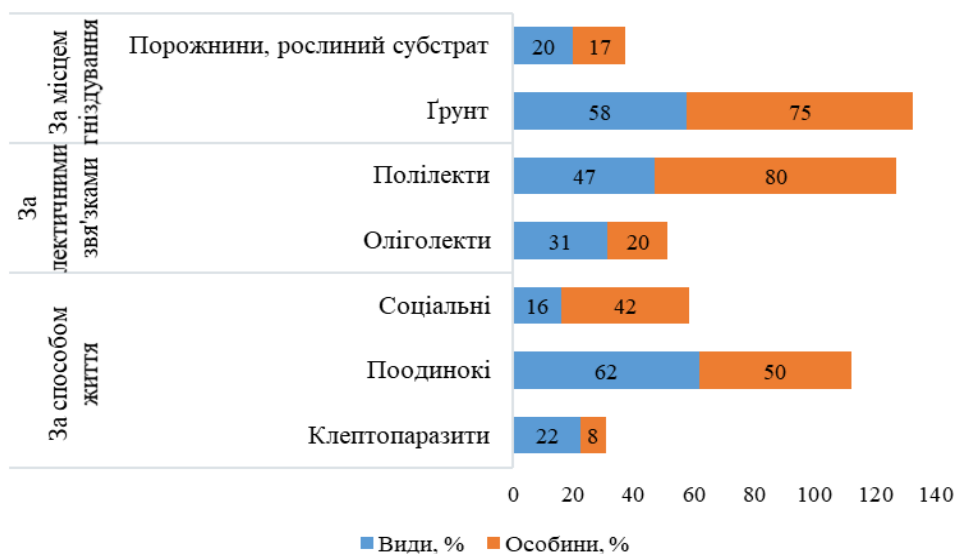


Рис. 5. Екологічна структура угруповань диких бджіл міста

Видове різноманіття клептопаразитів становить 22 % від загального, але їх чисельність також є низькою, що пов'язано з наявністю відповідних видів-хазяїв.

Екологічні структури досліджуваних модельних біотопів (за типом живлення, способом життя та гніздування) варіювали та мали статистично достовірну різницю (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняння екологічної структури угруповань диких бджіл основних типів міського середовища (ANOVA, Критерій Манна-Уїтні)

	БС	МП	МЗТ	ДО	ЖК	УД
БС		0,01	0,06	0,14	0,00	0,00
МП	0,01		0,37	0,20	0,00	0,00
МЗТ	0,06	0,37		0,83	0,00	0,00
ДО	0,14	0,20	0,83		0,00	0,00
ЖК	0,00	0,00	0,00	0,00		0,23
УД	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	
ЗС	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,03
Levene's test: $p \leq 0,000$						
Welch F test: $F=7,76$, $df=37,77$, $p \leq 0,000$						

Примітка як у таблиці 1

Усі групи диких бджіл максимально репрезентовані на малозмінених територіях міста, Дніпровських островах, НБС ім. М. М. Гришка, менша кількість виявлена на території міських парків. Показано, що трансформація екологічної структури угруповань диких бджіл відбувається за рахунок зменшення або повного зникнення оліголектичних видів та клептопаразитів.

КОРМОВИЙ РЕСУРС ТА ТРОФІЧНІ ЗВ'ЯЗКИ ДИКИХ БДЖІЛ

Основний кормовий ресурс диких бджіл у міському середовищі.

Більшість досліджуваних територій міста зазнали суттєвої трансформації, внаслідок чого рослинний покрив змінився. Загалом бджіл виявлено більше ніж на 170 видах квітучих рослин із 45 родин. Найбільшим різноманіттям родів та видів рослин, які відвідували бджоли, вирізнялись родини Asteraceae (близько 33 родів рослин), Fabaceae (17), Lamiaceae (15), Rosaceae (14), Brassicaceae (7), Caryophyllaceae (7), Papaveraceae (7), Boraginaceae (6), Ranunculaceae (6), Ariaceae (5). Найбільше значення як кормовий ресурс для усіх груп бджіл мали рослини з родин Asteraceae, Fabaceae, Salicaceae, Lamiaceae (рис. 6).

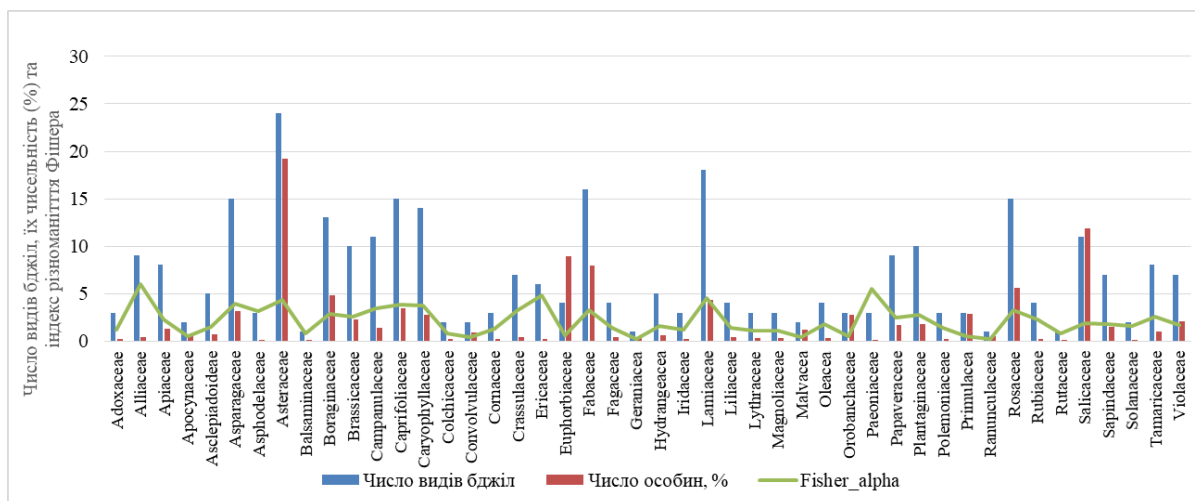


Рис. 6. Відносна участь (%) представників різних родин рослин у формуванні кормового ресурсу диких бджіл міста Києва

Водночас для цих рослин відзначено високе різноманіття бджіл, які живились їх нектаром або збирали пилок. Проте є виняток. Зокрема, родини Salicaceae, Asparagaceae, Orobanchaceae представлені 1–3 видами, однак були максимально привабливими для різних груп бджіл.

Особливості трофічних зв'язків диких бджіл на різних типах територій міста. Кормові зв'язки диких бджіл кожного типу міського середовища мали певні особливості, які обумовлені відмінністю видового складу рослин. Внаслідок трансформації рослинного покриву у трофічну мережу диких бджіл входять не тільки рослини місцевої флори. На території парків та житлових масивів у трофічні зв'язки бджіл значний вклад додають декоративні рослини та плодові дерева.

Рудеральні та інвазійні види рослин також посідають помітне місце як кормові ресурси (*Cirsium arvense* (L.) Scop., *Solidago canadensis* L., *Erigeron annuus* (L.) Desf.). Найбільш спрощеними є трофічні зв'язки бджіл на території узбіч автодоріг.

ЗВ'ЯЗОК РІЗНОМАНІТТЯ ДИКИХ БДЖІЛ З РІЗНОМАНІТТЯМ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ, НОРМАЛІЗОВАНИМ ВЕГЕТАЦІЙНИМ ІНДЕКСОМ ТА ІНДЕКСОМ УРБАНІЗАЦІЇ

Кореляційний аналіз зв'язку різноманіття диких бджіл, рослин, вегетаційного індексу та індексу урбанізації. Між видовим багатством бджіл та показниками різноманіття рослинних угруповань, вегетаційним індексом та індексом урбанізації показано наявність статистично значимих зв'язків, де коефіцієнти кореляції варіювали від 0,93 до 0,98 ($p < 0,05$).

Зокрема, коефіцієнт кореляції між числом видів рослин та різноманіттям бджіл (числом та чисельністю відповідно) мав високі значення ($r = 0,907, 0,887, p < 0,05$), а лінійна регресія мала наступний вигляд (рис. 6 а, б).

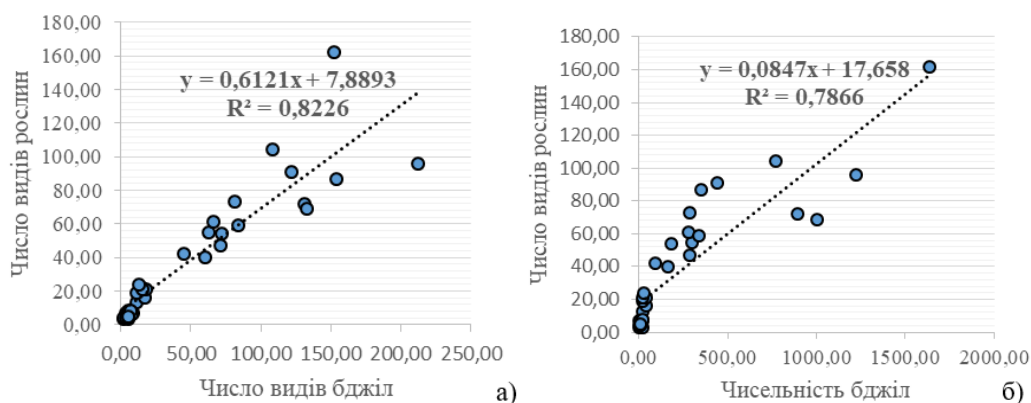


Рис. 6. Лінійна регресія між числом видів бджіл та числом видів рослин (а), та між числом видів рослин та чисельністю бджіл (б), $p < 0,05$

Статистично значимі високі коефіцієнти кореляцій та регресії дозволяють стверджувати про наявність сильного зв'язку між різноманіттям бджіл та рослин.

Зв'язок індексу урбанізації та різноманіття диких бджіл. Показано, що індекс урбанізації на досліджуваних територіях змінювався від -3,87 до +3,52 (рис.7), де найменші його значення обчислені для малозмінених територій міста та Дніпровських островів.

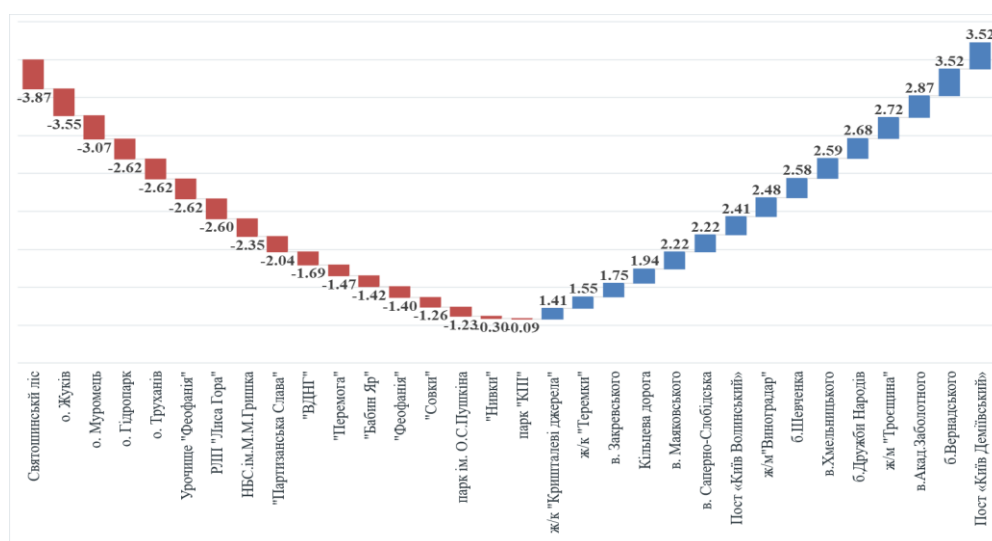


Рис. 7. Значення індексу урбанізації для досліджених територій

Найбільші значення цього індексу характерні для житлових кварталів та узбіч автотранспортних шляхів. Обчислені коефіцієнти кореляції між індексом урбанізації, числом видів бджіл та їх чисельністю показують наявність статистично значущого зв'язку ($r = -0,73$, $r = -0,60$, $p < 0,05$), а лінійна регресія приймає наступний вигляд (рис. 9 а, б):

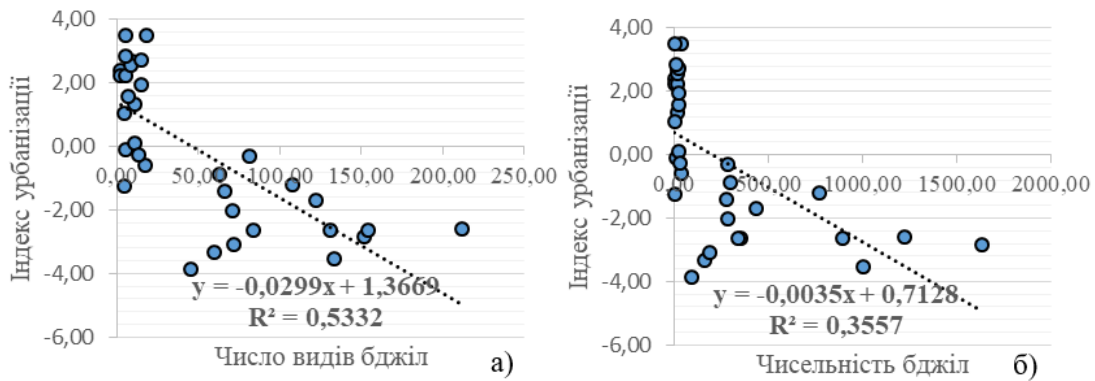


Рис. 8. Лінійні регресії між індексом урбанізації та числом видів бджіл (а), та числом особин (б), $p < 0,05$

Найбільшу реакцію на вплив урбанізації демонстрували клептопаразитичні види (коефіцієнт кореляції між їх чисельністю та урбанізацією становив $r = -0,8735$, $p < 0,05$). Значно менш вразливими до трансформації міського середовища були соціальні види.

За результатом відбору лінійної моделі показано, що варіація числа видів та чисельності диких бджіл за умов трансформованого середовища пояснюється комплексним впливом різноманіття квіткових рослин та індексом урбанізації.

ШЛЯХИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДИКИХ БДЖІЛ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Природоохоронні категорії диких бджіл м. Києва. Встановлено, що 70,05 % видів диких бджіл, які трапляються на території міста, належать до категорії «Найменша осторога» (Least Concern, за класифікацією IUCN) за Європейським Червоним Списком бджіл (рис. 9).

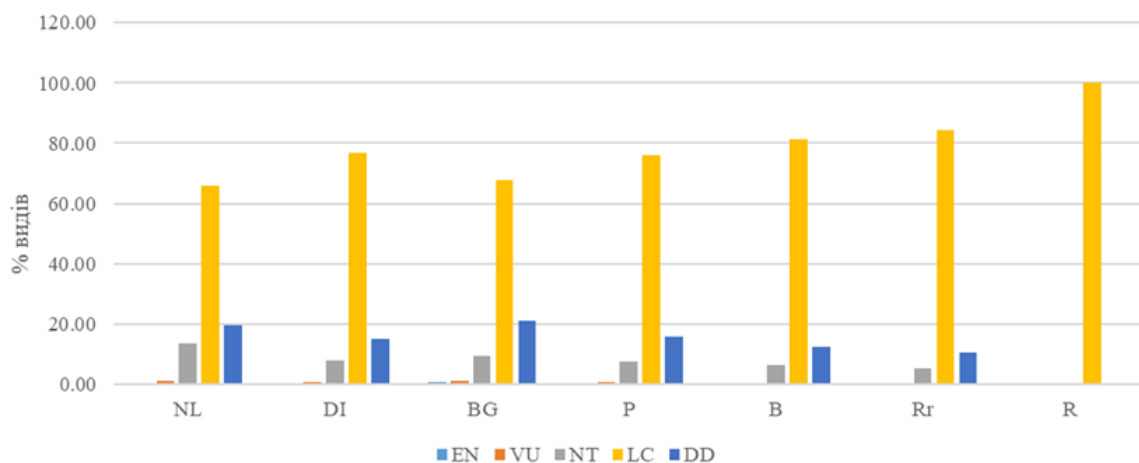


Рис. 9. Відносна частка видів диких бджіл (%) різних категорій МСОП. Умовні позначення: BG – НБС ім. М. М. Гришка, DI – Дніпровські острови, NL – малозмінені природні території, PA – міські парки, B – житлові квартали, R – узбіччя автомобільних доріг, Rr – залізничні споруди та прилеглі зони; NT (Near Threatened) – «види, близькі до загрозливого стану»; DD (Data Deficient) –

«Відомостей недостатньо»; LC (Least Concern) – «Найменша осторога»; VU (Vulnerable)– «Уразливий», EN (Endangered) – «Зникаючий»

Види, для яких «Відомостей недостатньо» (DD) становлять 18,22 %. Найменшу кількість представників обчислено для видів із категорії «Зникаючий» (EN). З Червоної Книги України зареєстровано 4 види: *Andrena chrysopus* Perez, 1903, *Bombus argillaceus* Smith, 1854, *B. muscorum* (Linnaeus, 1758) та *Xylocopa valga* (Gerstaecker, 1872). Беручи до уваги наявність на території міста видів із різних охоронних категорій, деякі типи міського середовища мають ключове значення для збереження та підтримки їх популяцій.

Роль декоративних рослин у збереженні диких бджіл. Виявлено, що частина декоративних рослин, які використовують для озеленення міста, слугують додатковим, а інколи і основним кормовим ресурсом для бджіл. Зокрема, найбільш привабливими були: із дерев'янистих рослин – *Aesculus hippocastanum* L., *Tilia* spp., *Malus* spp., *Tamarix* spp.; чагарників – *Spirea* spp., *Lonicera* spp., *Cerasus* spp. *Rhododendron* spp.; трав'янистих – *Gypsophila* spp., *Rudbeckia* spp., *Tagetes*, *Dahlia*, *Sedum* spp. Серед найменш привабливих – види та сорти *Hydrangea*, *Viola x wittrockiana*, *Begonia* L., *Petunia* spp.

Використання штучних гніздових конструкцій для підтримки популяцій диких бджіл. Штучні гніздові конструкції приваблюють диких бджіл, видове різноманіття яких є достатньо низьким (максимум 4 види), найпоширенішим із них був вид *Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758). З'ясовано, що використання таких конструкцій для збереження популяцій диких бджіл у місті має порівняно обмежений потенціал.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі висвітлено дані про видовий склад і біоекологічні особливості диких бджіл (Hymenoptera, Apoidea) та трансформацію їх угруповань залежно від типу міського середовища, визначено вплив різноманіття рослинних угруповань та ступеня урбанізації на формування та зміну угруповань бджіл, розглянуті питання збереження їх різноманіття.

1. У результаті ретроспективного аналізу угруповань диких бджіл Києва виявлено, що за період із 1900 по 1933 рр. відомо 281 вид із 42 родів, що належать до 6 родин. У сучасних дослідженнях повторно не зареєстровано 61 вид, порівняння даних підтверджує статистично значущу зміну чисельності 39 видів, для 27 видів зафіксовано зменшення чисельності, а 11 видів повністю зникли з території міста. Проте для 8 видів показано збільшення чисельності особин, а 11 видів зареєстровані для міста вперше. Основною причиною змін видового складу диких бджіл є значне зменшення зелених зон та місць, придатних для мешкання, а також трансформація рослинного покриву і, відповідно, зменшення кормових ресурсів. Найпоказовіші зміни відбулись на території місцевості «КПШ», де збільшення забудови, прокладання асфальтованих доріг стали однією із причин тотального зменшення видового

різноманіття бджіл (на 90 %), а реконструкція кормових зв'язків показала значне зменшення кормових рослин.

2. Встановлено, що таксономічна структура угруповань диких бджіл м. Києва складається з 246 видів, 42 родів, які належать до 6 родин, що становить 35 % від фауни України. За частотою трапляння в загальній структурі угруповань диких бджіл абсолютно константні види становлять лише 2 % (*Evylaeus politus*, *E. malachurus*, *Bombus terrestris*, *B. lucorum* та *B. lapidarius*). Константні види, які траплялись на всіх досліджуваних територіях, окрім деяких узбіч доріг та житлових кварталів, становили 4 % (11 видів). Більшість видів належать до другорядних (19 %, 46 видів) та випадкових (75 % або 183 види), які трапляються в основному на території окремих Дніпровських островів, малозмінених територіях та, рідше, парках.

3. Міське середовище, яке репрезентує залишки природних ландшафтів у місті та належить до рекреаційної зони (малозмінені території, Дніпровські острови, ботанічний сад та міські парки), має найбільше різноманіття диких бджіл. Починаючи з міських парків, відзначено поступове спрощення таксономічної структури за рахунок поступового зменшення представленості усіх родин. На території узбіч автодоріг видове багатство бджіл є найнижчим – лише 5 % від загального.

4. Обчислені індекси видового різноманіття угруповань диких бджіл значно варіювали. Найбільше різноманіття було встановлено для малозмінених територій міста (максимальне для РЛП «Лиса Гора»), Дніпровських островів (максимальні показники для о. Муромець та о. Жуків), НБС ім. М. М. Гришка та деяких міських парків (ППСПМ «Феофанія»).

5. В екологічній структурі угруповань бджіл міста виділяються види-полілекти – 47 % видів і 80 % особин; види, що гніздяться у ґрунті – 58 % і 75 % відповідно, та соціальні – 16 % видів і 42 % особин. Екологічні структури досліджуваних типів міського середовища мали статистично значущі відмінності. Зміна екологічної структури угруповань бджіл відбувається за градієнтом урбанізації за рахунок зменшення або повного зникнення видів-оліголектів та клептопаразитів. У структурі домінування в угрупованнях бджіл кожного типу міського середовища не виявлено еудомінантів. Як субдомінанти на більшості територій вказано *Colletes cunicularius*, *Hylaeus communis*, *Andrena flavipes*, *A. haemorrhoea*, *Evylaeus malachurus*, *E. politus*, *Anthophora plumipes*, *Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. lapidarius*.

6. Встановлено, що на території міста кормовий ресурс для бджіл забезпечують понад 170 видів квіткових рослин із 45 родин, серед яких найважливішими є види з родин Asteraceae, Fabaceae, Salicaceae, Lamiaceae. Трофічні зв'язки диких бджіл мають топічні особливості, які переважно обумовлені рослинним різноманіттям. Серед досліджуваних територій топічне спрощення кормових зв'язків відбувалось у наступному порядку: НБС ім. М. М. Гришка > малозмінені природні території > Дніпровські острови > міські парки > житлові квартали > узбіччя залізничних доріг > узбіччя автомобільних доріг.

7. Між числом видів бджіл, їх чисельністю та показниками різноманіття рослинних угруповань, вегетаційним індексом та індексом урбанізації виявлено тісні зв'язки, які підтверджені високими коефіцієнтами кореляції (r від 0,93 до 0,98). Між різноманіттям квіткових рослин і бджіл у міських біотопах виявлено статистично значущі зв'язки, які пояснюють пряму залежність числа видів бджіл від загальної чисельності квіткових рослин із коефіцієнтом лінійної регресії $R^2 = 0,82$.

8. Між індексом урбанізації та різноманіттям видів диких бджіл встановлено зворотну залежність (коефіцієнт лінійної регресії $R^2 = 0,533$, $p < 0,05$), яка підтверджує негативний вплив урбанізації на різноманіття диких бджіл. Найчутливішими до антропогенного впливу є клептопаразитичні види (коефіцієнт кореляції між їх чисельністю та урбанізацією становив $r = -0,87$, $p < 0,05$). Порівняно менш вразливими до трансформації міського середовища були соціальні види, що обумовлено їх біологічними особливостями та широкими трофічними зв'язками. За результатом відбору лінійної моделі доведено, що варіація числа видів та чисельності диких бджіл за умов трансформованого середовища пояснюється комплексним впливом різноманіття квіткових рослин та індексом урбанізації. Зв'язок між вегетаційним індексом (NDVI), індексами різноманіття рослин та угруповань диких бджіл варто оцінювати з огляду на загальну характеристику біотопу.

9. Встановлено, що на території міста мешкають рідкісні види диких бджіл, які за Європейським Червоним Списком належать до категорії «Зникаючий» (*Colletes nasutus*), «Уразливий» (3 види) та «Види близькі до загрозливого стану» (25). З Червоної Книги України зареєстровано 4 види: *Andrena chrysopus*, *Bombus argillaceus*, *B. muscorum* та *Xylocopa valga*, що свідчить про важливість окремих типів міського середовища як рефугіумів для диких бджіл.

10. Показано, що квітучі зелені насадження, які складаються із декоративних деревних, чагарникових та трав'янистих форм, відіграють значну роль у живленні багатьох видів диких бджіл. Виявлено, що штучні гніздові конструкції приваблюють порівняно низьке різноманіття диких бджіл. За недотримання суворих правил експлуатації таких конструкцій відбувається розмноження шкідників, паразитів та паразитоїдів, наявність яких може нанести непоправної шкоди та викликати загибель всього розплоду в популяції бджіл.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Гончар А. Ю. Видовой состав и экологические особенности диких пчёл (Hymenoptera: Apoidea) Днепровских островов г. Киева. Известия Харьковского энтомологического общества. 2017. №25 (2). С. 11–21.

2. Гончар Г. Ю., Гнатюк А. М. Різноманіття диких бджіл (Hymenoptera: Apoidea) Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України». Вісті Харківського ентомологічного товариства. 2018. 26(2). С. 33–42. (Особистий внесок: польові дослідження та збір матеріалу, його

обробка та інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків).

3. **Гончар Г. Ю.**, Вервес Ю.Г., Гапонова Л.П., Дубровський Ю.В., Конякін С.М., Костенко О.Г., Котенко А.Г., Кумпаненко О.С., Стукалюк С.В. Попередній список безхребетних тварин урочища Феофанія. Вісті Харківського ентомологічного товариства. 2018. № 26 (1). С. 11–49. *(Особистий внесок: польові дослідження та збір матеріалу, його обробка та інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків).*

4. Радченко В., **Гончар Г.** Різноманіття диких бджіл (Hymenoptera: Apoidea) у парках Києва. Вісник Київського Національного університету ім. Тараса Шевченка. 2019. № 78 (2). С. 40–49. *(Особистий внесок: польові дослідження та збір матеріалу, його обробка та інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків разом зі співавтором).*

5. **Honchar G.Y.**, Gnatiuk A.M. Urban ornamental plants for sustenance of wild bees (Hymenoptera, Apoidea). Plant Introduction. 2020. №85/86 P. 93–108. *(Особистий внесок: польові дослідження та збір матеріалу, його обробка та інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків разом зі співавтором).*

6. Гончар Г. Ю. Використання нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI) для оцінки різноманіття диких бджіл (Hymenoptera, Apoidea). Екологічні науки. 2020. № 2 (29) Т1. С. 133–139.

7. **Гончар Г. Ю.**, Кумпаненко О. С., Конякін С. М. Використання штучних гніздових конструкцій для перетинчастокрилих комах (Hymenoptera, Aculeata) у місті. Екологічні науки. 2020. № 5(32). С. 82–90. *(Особистий внесок: розробка конструкцій, встановлення, польові дослідження, збір матеріалу, його обробка та інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків).*

Статті у наукових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних Scopus/Web of Science:

8. Honchar, H. Diversity and Trophic Relationships of Functional Groups of Bumblebees (Hymenoptera: Apidae, *Bombus* Latreille, 1802) in Urban Habitats, Psyche: A Journal of Entomology, vol. 2020, Article ID 5182146, 2020. 14 pages

9. Небесний В.Б., Гродзинська Г.А., Самчук А.І., Дугін С.С., **Гончар Г.Ю.** Спектрофотометричний експрес-метод біоіндикації паркових екосистем. Наука та інновації. 2020. Т. 16, №4. С. 78—86. *(Камеральна обробка матеріалу та інтерпретація результатів сумісно з співавторами).*

Тези доповідей та матеріали конференцій:

10. Гончар Г. Ю. Дикі бджоли охоронних категорій в м. Київ. Охорона, збереження та відтворення біорізноманіття в умовах мегаполісу: мат. Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю створення національного природного парку «Голосіївський», Київ, 2017 р. тези доповіді: С. 211–217.

11. Гнатюк А. М., Гапоненко М. Б., **Гончар Г. Ю.** Роль перетинчастокрилих у запиленні інтродукованих орхідних в НБС. ім. М. М. Гришка НАН України. Генофонд колекцій ботанічних садів і дендропарків –

запорука сталих фітоценозів в умовах кліматичних змін: зб. ст. міжнародної наук. конф., присвяченій 150-річчю Ботанічного саду ім. акад. В. І. Липського Одеського нац. ун-ту ім. І. І. Мечникова, м. Одеса, 2017. тези доповіді: С.147–150. (*Особистий внесок: польові дослідження та збір матеріалу, його обробка та інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків разом зі співавторами*).

12. **Гончар Г.Ю.**, Дубровський Ю.В., Котенко А.Г., Цвелих О.М. Знахідки комах і хребетних з Червоної книги України у рекреаційних зонах Матеріали до 4-го видання Червоної книги України. Тваринний світ, Київ, 2019: С. 93–98. (*Особистий внесок: польові дослідження та збір матеріалу, його обробка та інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків разом зі співавторами*).

13. Гончар Г.Ю. Трофічна спеціалізація диких бджіл (Hymenoptera, Apoidea) в умовах міста. Проблеми екології та еволюції екосистем в умовах трансформованого середовища: збірник матеріалів наукових праць II Міжнародної науково-практичної конференції, Чернігів, Деснянське, 2018 р.: тези доповіді. С. 44–48.

14. Гончар А.Ю. Многолетние изменения видового состава шмелей (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) на территории г. Киева. Первая научно-практическая конференция «Современные проблемы энтомологии Восточной Европы», Минск, 2015. С. 91–92.

15. Конякін С. М., **Гончар Г. Ю.**, Кумпаненко О. С., Лещенко О. Ю., Повозніков М. Г. Природоохоронне значення штучних гніздівель з метою приваблення окремих груп перетинчастокрилих комах. Міжнародна науково-практична конференція «Відновлення, охорона й збереження рослинного світу лісів України в умовах техногенного навантаження та змін клімату», Київ, 2019. тези доповіді: С. 44. (*Особистий внесок: польові дослідження та збір матеріалу, його обробка та інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків разом*).

16. Гончар Г. Ю. Ретроспективний аналіз видового складу диких бджіл (Apoidea, Hymenoptera) м. Києва. «Фауна України на межі ХХ–ХХІ ст. Стан і біорізноманіття екосистем природоохоронних територій» Львів, 2019.:тези доповіді. С. 49–53.

17. Пантова А. Ю. Разнообразие диких пчел (Hymenoptera, Apoidea) в условиях г. Киева. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції. Дніпропетровськ, 2013. С. 151–153.

18. Пантова А. Ю. Перспективы сохранения разнообразия диких пчел (Apoidea, Hymenoptera) в условиях урбанизированной среды (на примере г. Киева). Актуальные проблемы экологии. Материалы IX Международной научно-практической конференции, Гродно, 2013. С.107–108.

19. Пантова А. Ю. Городские парки как местообитания диких пчел (Apoidea, Hymenoptera) в условиях антропогенно измененных территорий. Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій: Матеріали міжнародної наукової конференції. Київ, 2013 р. тези доповіді: С. 123.

АНОТАЦІЯ

Гончар Г.Ю. Біоекологічні особливості диких бджіл (Hymenoptera: Apoidea) в умовах антропогенно змінених територій – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. – Інститут екології Карпат НАН України, Львів, 2021.

Дисертація присвячена дослідженню структури угруповань диких бджіл (Hymenoptera, Apoidea) та чинників їх формування у міському середовищі на прикладі м. Київ. Показано, що майже за 100-річний період розвитку міста відбулись зміни видового складу угруповань бджіл. Основною причиною зменшення різноманіття цих комах є значне зменшення зелених зон та місць, придатних для мешкання бджіл, а також трансформація рослинного покриву і, відповідно, зменшення кормових ресурсів.

Встановлено, що сучасний видовий склад диких бджіл представлений 246 видами із 42 родів та 6 родин, що становить 35 % від відомих в Україні. За частотою трапляння у загальній структурі угруповань бджіл абсолютно константні види становлять лише 2 %, константні види – 4 %, другорядні – 19 %, випадкові – 75 %. За видовим багатством та чисельністю екологічних груп бджіл вирізняються наступні типи міського середовища – малозмінені території міста (87 % від загального видового складу), ботанічний сад (60 %), Дніпровські острови (54 %), міські парки (48 %). Зміна видового різноманіття відбувається за градієнтом урбанізації, де у найбільш трансформованому середовищі зафіксоване найменше різноманіття бджіл – на території житлових кварталів (7 %), залізничних споруд і прилеглих зон (8,5 %) та узбіччях доріг (5 %).

У загальній екологічній структурі угруповань бджіл міста та обраних типів міського середовища виділяються полілекти (47 % видів і 80 % особин), види, що гніздяться у ґрунті (58 % і 75 % відповідно) та види із соціальним способом життя (16 % і 42 %). Значно меншим класом представлені оліголекти – 31 % видів і 20 % особин, клептопаразити 22 % і 8 %, а види, що гніздяться у порожнинах або рослинному субстраті, становлять 20 % і 17 % особин. Зміна екологічної структури угруповань бджіл відбувається у напрямку зменшення частки видів оліголектів та клептопаразитів.

За структурою домінування у кожному типі міського середовища не виявлено еудомінантів. Як субдомінанти на більшості територій вказані: *Colletes cunicularius*, *Hylaeus communis*, *Andrena flavipes*, *A. haemorrhoea*, *Evylaeus malachurus*, *E. politus*, *Anthophora plumipes*, *Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. lapidarius*.

Показано, що кормовий ресурс для бджіл у міському середовищі є різноманітним, він сформований понад 170 видами рослин місцевої флори, а також адвентивними та декоративними видами рослин.

Доведено, що різноманіття диких бджіл у м. Києві перш за все залежить від сумісного впливу різноманіття квіткових рослин та ступеня урбанізації.

Встановлено, що на території міста мешкають рідкісні види диких бджіл, які за Європейським Червоним Списком належать до категорії «Зникаючий» (*Colletes nasutus*), «Уразливий» (3 види) та «Види близькі до загрозливого стану» (25). З Червоної Книги України зареєстровано 4 види: *Andrena chrysopus*, *Bombus argillaceus*, *B. muscorum* та *Xylocopa valga*, що свідчить про важливість окремих типів міського середовища як рефугіумів для диких бджіл.

Ключові слова: дикі бджоли, Apoidea, різноманіття, урбанізоване середовище, трофічні зв'язки, охоронні категорії.

ANNOTATION

Honchar H.Yu. Bioecological traits of wild bees (Hymenoptera: Apoidea) in conditions of anthropogenically changed areas – Manuscript.

Thesis for the scientific degree of candidate of sciences, specialty 03.00.16 – ecology – Institute of Ecology of the Carpathians of National Academy of Sciences of Ukraine. Lviv, 2021.

The study presents the results of ecological and faunistic research of communities of the wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in the urban environment, on the example of Kyiv city. A retrospective analysis of bee communities in Kyiv revealed that 281 species from 42 genera belonging to 6 families were known in the period from 1900 to 1933. The main reason for changes in the species composition of wild bees is a significant reduction of green areas and habitats suitable for wild bees, as well as the transformation of vegetation and, consequently, the reduction of forage resources.

According to the results of current research, 246 species of wild bees from 42 genera belonging to 6 families have been recorded in the city. According to the frequency of occurrence in the general structure of wild bee communities, the absolutely constant species represented only 2% (*Evylaeus politus*, *E. malachurus*, *Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. lapidarius*), the constant species represented 4% (*Colletes cunicularius*, *Hylaeus communis*, *Andrena haemorrhoea*, *A. minutuloides*, *A. subopaca*, *A. flavipes*, *Heriades truncorum*, *Anthophora plumipes*, *Bombus hypnorum*, *B. pascuorum*), the secondary - 19% (46 species) and accidental (75%, or 183 species) categories. The following types of urban environment are distinguished by the occurrence of species: little-altered areas (87%), parks (48%), botanical garden (60%), and the Dnieper islands (54%). The change in species diversity occurs along the urbanization gradient. There is a gradual decrease in the occurrence of bee species starting with city parks. Thus, 19 species from 13 genera, 5 families (7%) were noted in the residential area, and 21 species from 9 genera and 5 families (8,5%) were found on the territory of railway constructions and adjacent zones. The representation of taxa is the lowest on the roadsides (12 species from 5 genera and 4 families, 5%), where species of the family Mellittidae do not occur.

In the general ecological structure of wild bee communities of the city and selected types of urban environment, polylectic (47% of species and 80% of individuals), soil-nesting (58% and 75%, respectively) and social species (16% and 42%). Oligolectic bees were represented by a relatively smaller class: 31% of species

and 20% of individuals. The kleptoparasites were represented by 22% of all species and 8% of all individuals, and bees that nest in hollows or plant substrate made up 20% of all species and 17% of individuals. In terms of the relative ratio of species belonging to different ecological groups, there was a statistically significant difference in structures of bee communities in different types of urban environment. The ecological communities of bees were most represented in the areas that belong to the “remnants of natural landscapes in the city”. In other types of environment, the ecological structure changed due to the reduction or complete disappearance of oligolectic species and kleptoparasites.

It is established that in the urban the city, wild bees visited more than 170 species of flowering plants from 45 families. As a result of the transformation of vegetation in the urban environment, ornamental plants, fruit trees, as well as ruderal and invasive species serve as an additional feeding resource for bees. The trophic relationships of wild bees have topical features, conditioned by the plant diversity and the proportion of available feeding plants. Among the studied areas, the topical simplification of trophic relationships occurred in the following order: M.M. Hryshko National Botanical Garden > little-altered natural areas > Dnieper islands > city parks > residential areas > railway structures and adjacent areas > roadsides.

The diversity of wild bees increased significantly with increasing diversity of plant communities. The social species were less responsive to plant diversity due to their biological characteristics and broad trophic relationships.

The greatest impact of urbanization was observed on the diversity of kleptoparasite species. It is proved that the diversity of wild bees primarily depended on the combined effect of the diversity of flowering plants and the index of urbanization.

It is established that 70.05% of wild bee species found on the territory of Kyiv, belong to the category “Least concern” according to the European Red List. “Data deficient” species made up 18.22%. The least represented categories were “Endangered” (*Colletes nasutus*), “Vulnerable” (*Colletes fodiens*), *Systropha planidens*, *Bombus muscorum*), and “Near threatened” (25 species). Four species are listed in the Red Book of Ukraine: *Andrena chrysopus*, *Bombus argillaceus*, *B. muscorum*, and *Xylocopa valga*.

Key words: wild bees, Apoidea, diversity, urban environment, trophic relationships, protected species.