

КОМАХИ-ЗАПИЛЮВАЧІ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ КУЛЬТУР, ПРИДАТНИХ ДЛЯ ПОШИРЕННЯ В УКРАЇНІ (НА ПРИКЛАДІ РОДИНИ ROSACEA)

У. В. ЛЕГЕТА, Г. Г. МОСКАЛИК, І. М. МОСКАЛИК, М. М. ФЕДОРЯК

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
58012, м. Чернівці, вул. Коцюбинського, 2

e-mail: u.legeta@chnu.edu.ua; g.moskalyk@chnu.edu.ua; ihormosk@gmail.com; m.m.fedoriak@gmail.com

Сучасні дослідження свідчать про виникнення глобальної кризи запилення щодо сільськогосподарських і природних екосистем. Значну частину їжі людина одержує саме з ентомофільних рослин. Тому збереження й захист антофільних видів комах як основних «агентів» запилення наразі актуальна проблема.

В Україні родина Rosaceae належить до провідних за кількістю видів. Для окремих регіонів країни Rosaceae також займає чільні місця за кількістю видів: Причорномор'я – VI – VII, Буковина – III, Крим – V. Види мають велике народногосподарське значення та є основою плодово-ягідного виробництва в Україні; досліджено питання економічної значимості родини; показано, що п'ята частина родини належить до рослин-медодаїв. Авторами проведено аналіз літературних відомостей за останні 20 років щодо способів і шляхів запилення, видового спектру агентів-запилювачів для видів-ентомофілів родини Rosaceae, внесених до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» станом на 2022 рік. На основі зібраної інформації сформовано масив даних. Виокремлено список із 15 видів і 2-х гібридів, які належать до 8-ми родів та трьох підродин. Для них показано переважання перехресного запилення та наявність складного комбінованого варіанту. Аналіз літературних джерел щодо антофільного комплексу видів родини Rosaceae дозволив виокремити основні ряди агентів-запилювачів: перетинчастокрилі (Hymenoptera), двокрилі (Diptera), твердокрилі (Coleoptera), лускокрилі (Lepidoptera) і виділити мелітофілію як переважуючий шлях запилення, а його універсальним агентом – бджолу медоносну *Apis mellifera* L. Проте видовий склад асоційованого антофільного комплексу у доступній літературі відображено фрагментарно і потребує подальших досліджень.

Ключові слова: Rosaceae, глобальна криза запилення, ентомофілія, спосіб запилення, агенти запилення, антофільний комплекс.

Вступ. Збір, всебічне вивчення, збереження, примноження та ефективного використання генетичного різноманіття рослин слугує однією з основ сталого розвитку країни (Нестерчук, 2016; Балдик, 2016; Меженський та ін., 2012).

Сільськогосподарське виробництво насінневої продукції є важливим для розмноження близько 300 000 видів квіткових рослин, які в основному залежать від біотичного запилення (Ollerton et al., 2011; Klein et al., 2007). Однак, сучасні дослідження свідчать про виникнення **глобальної кризи запилення** (*global pollination crisis*) як для сільськогосподарських (Fedoriak et al., 2017; Klein et al., 2007), так і для природних екосистем (Ollerton et al., 2011). В світі гостро постала проблема збереження й захисту антофільних видів як основних агентів-запилювачів, оскільки значну частину їжі людина одержує саме з ентомофільних рослин (Fisher et al., 2009; Oldroyd&Nanork, 2009). На сьогодні мають місце значні втрати колоній медоносних бджіл (*Apis mellifera* L.) в світі, що набуло статусу глобальної проблеми не лише для екосистем планети, але й для продовольчої безпеки (Gray et al., 2020; Fedoriak et al., 2019; Chauzat et al., 2016; Williams et al., 2010;

van Engelsdorp et al., 2007; Richards, 2001). Донедавна диких комах запилювачів вистачало для запилення насінників, садів чи ягідників, а *A. mellifera* слугувала лише для підвищення їхньої урожайності та якості. Наразі ситуація значно змінилася і тепер надання послуг із запилення з використанням *A. mellifera* користується широкою популярністю в Європі, США та ін. (Reilly et al., 2020; Fijen et al., 2018; The pollination ..., 2018; Bauer, Wing, 2016). В Україні ринок із надання послуг запилення знаходиться на етапі формування (Адамчук, 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Види родини Rosaceae з широким колом запилювачів складають значну частину флори помірної зони території України. Вивченню спеціалізації і генералізації систем «рослина-запилювач» останнім часом присвячено чимало робіт.

Родина розові (Rosaceae) порядку розоцвітих (Rosales) об'єднує понад 100 родів, до яких належить близько 3000 видів космополітного типу ареалу, з яких 163 види зустрічаються в Україні (Гончаровська, 2019).

Представники Rosaceae мають велике народ-

Необхідну інформацію отримували на основі аналізу вітчизняних та зарубіжних публікацій, систематизували, наводили можливі варіанти запилення, відмічали приналежність до відповідного способу/шляху/агенту запилення і вказували джерела отриманої інформації.

Результати дослідження та їх обговорення. Види родини Rosaceae, включені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні», наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Представники родини Rosaceae, внесені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» станом на 2022 р. (Державний реєстр..., 2022)

Table 1.

Representatives of the Rosaceae family included in the "State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine" as of 2022 (State Register..., 2022)

№ з/п	Підродина	Рід	Вид/Гібрид
1	Яблуневі (Maloideae, або Pomoideae)	Malus Mill.	<i>Malus domestica</i> Borkh. (яблуна домашня)
2			<i>Pyrus communis</i> L. (груша звичайна)
3		Chaenomeles Lindl.	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach (хеномелес або айва японська)
4			<i>Chaenomeles x californica</i> W. Clarke ex C. Weber (хеномелес каліфорнійський) (гібрид)
5	Мигдалеві (Amygdaloideae або Prunoideae)	Aronia Medik.	<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott. (аронія чорноплідна)
6		Prunus L.	<i>Prunus armeniaca</i> L. (абрикос звичайний)
7			<i>Prunus divaricata</i> Ledeb. (алича, слива вишнеподібна або розлога)
8			<i>Prunus cerasus</i> L. (вишня звичайна)
9			<i>Prunus avium</i> L. (черешня звичайна)
10			<i>Prunus domestica</i> L. (слива домашня)
11			<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch (персик звичайний, включно нектарин)
12			<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D. A. Webb. (мигдаль звичайний)
13		Cydonia Mill.	<i>Cydonia oblonga</i> Mill. × <i>Malus domestica</i> Borkh. (гібрид)
14		Розанні або Шипшинові (Rosoidae)	Rubus L.
15	<i>Rubus idaeus</i> L. (малина звичайна)		
16	Fragaria L.		<i>Fragaria ananassa</i> Duch. (полуниця/суниця садова)
17	Rosa L.		Rosa L., (троянда без зазначення конкретних видів)

З'ясовано, що список представлений 15 видами і 2-ма гібридами, які належать до 8-ми родів та трьох підродин. Наведені види і гібриди широко використовуються у агропромисловому секторі, особливо у садівництві України (Рожко, 2020; Річний галузевий..., 2019). До Держреєстру включено й рід *Rosa* L., представники якого використовуються у декоративній та лікарській сферах

біло у садівництві України (Рожко, 2020; Річний галузевий..., 2019). До Держреєстру включено й рід *Rosa* L., представники якого використовуються у декоративній та лікарській сферах

(Сидора, 2020). На сьогодні розуміння процесу запилення, а саме його способів, вченими розглядається як складний механізм адаптації місцевих запилювачів та варіації флористичних ознак квітки рослини. На Заході, в основному, оперують поняттями абіотичне (вітер, вода, сили гравітації та ін.) та біотичне запилення (комахи,

птахи, тварини) (Sun et al., 2014). Однак, допускаються випадки відсутності чіткої межі у пристосуваннях рослин до окремих способів запилення.

У представників Rosaceae переважає перехресний спосіб запилення (Рис. 2).

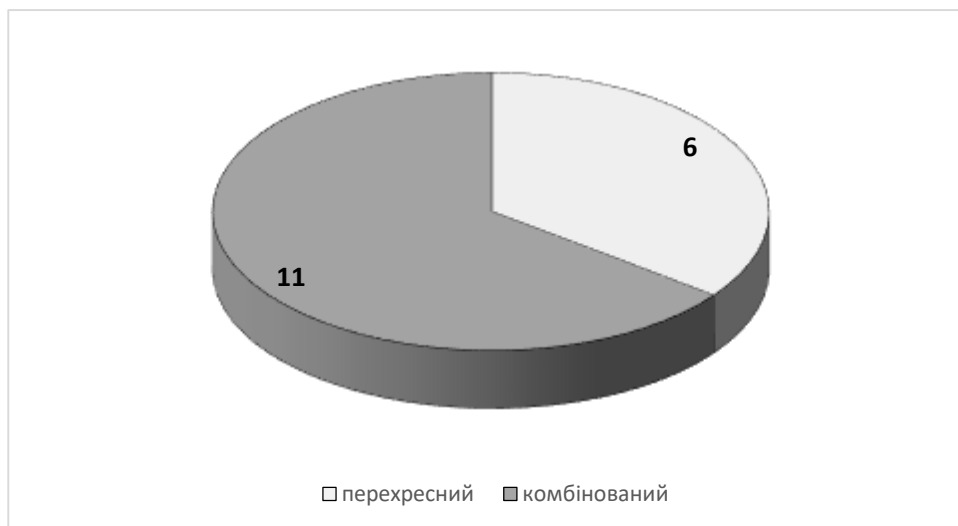


Рис. 2. Кількість видів відповідно до способу запилення
Fig. 2. The number of species referring to the way of pollination

Причому для 5 видів та одного гібриду (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, *C. x californica* W. Clarke ex C. Weber, *Fragaria ananassa* Duch., *Malus domestica* Borkh., *Prunus avium* L., *Rubus idaeus* L. – 35,3 %) – це облігатний спосіб, а для 11-ти (64,7 %) – комбінований – перехресне запилення поєднується із самозапиленням.

Відомо (Abdallah et al., 2020; Шишова, 2007; Шоферистов, Цюпка, 2007; Radice, Galati, 2003), що самозапилення виду *Prunus persica* (L.) Batsch є прикладом складної гібридизації. Слід зазначити, що створити сорти нектарину шляхом внутрішньовидової гібридизації нелегко. Для регулярного плодоношення нектарину у промислових і фермерських садах важливе значення має правильний добір самоплідних сортів, які можуть зав'язувати плоди за природного самозапилення.

Встановлено, що у *Fragaria ananassa* Duch. (Меженський, Меженська, 2015; Меженський, Меженська, 2012; Zebrowska, 1997) пилоквітка під власною вагою опадають на нижні квітки тієї ж рослини під дією сил гравітації. Тобто у ентомофільного виду рослин спостерігається поєднання перехресного способу запилення з абіотичним самозапиленням.

У літературі (Collevatti et al., 2000; Rasmussen, Bradsgaard, 1992) зазначено, що запилювачі перелітають між об'єктами запилення з різною віддаленістю між ними за принципом «до най-

ближчого». Це може призводити до розподілу пилку між сусідніми квітками (або суцвіттями). Результатом чого буде високий відсоток гейтоногамії (запилення пилом тієї ж особини), що за генетичними наслідками не відрізняється від самозапилення (Меженський, Меженська, 2012).

Отже, проаналізувавши способи запилення у представників плодово-ягідних культур Rosaceae відмічено домінування перехресного запилення та наявність комбінованого варіанту.

Перехресне запилення може відбуватися як природним, так і штучним шляхом, агенти його можуть бути біотичної або абіотичної природи. Проте 80 % видів, поширених у різних кліматичних зонах континентів світу належать до ентомофільних рослин (Адамчук, 2020). Саме явище ентомофілії одними з перших досліджували такі вчені-ботаніки як Кнут Фергі та Лендерт ван дер Пейл (Faegri, Pijl, 1979).

Встановлено відсутність чітко виражених пристосувань до конкретного агенту запилення у будові квітки Rosaceae. У біології запилення більшості видів даної родини переважає мелітофілія – запилення перетинчастокрилими (Hymenoptera) (бджолами, джмелями, мурахами та ін.) (Буюн, 2013). Ряд авторів (Скрипець, Одінцова, 2014; Черевченко та ін., 2010; Cingel, 2001) використовують термін «мелітофілія» лише для випадків запилення бджолами.

Численними дослідженнями доведена участь у запиленні Rosaceae представників інших рядів

комах: твердокрилих (Coleoptera) перетинчастокрилих (Hymenoptera), лускокрилих (Lepidoptera) і двокрилих (Diptera) (Ільмінська, 2020; Адамчук, 2020; Дорошенко, 2019; Мелюхіна, 2018; Кравець, 2016; Кравець, 2013; Коновалова, 2002; Гринфельд, 1978).

Представники роду *Malus* – це рослини з гермафродитними квітками, основною функцією яких є приваблення комах-запилювачів (Garkava-Gustavsson et al., 2013; Pereira-Lorenzo et al., 2009). Для квіток яблуні властиве надзвичайне різноманіття пластичних та статичних ознак, що розглядається науковцями як показник адаптації до умов навколишнього середовища (Zhou et al., 2019). Пилок яблуні відносно важкий і погано переноситься вітром (Reim et al., 2017; Janick et al., 1996), тому представники роду *Malus*, запилюються комахами, здебільшого бджолами (найкращими природними запилювачами визнано бджолу медоносну *A. mellifera* L. та джмеля земляного *Bombus terrestris* L.). Відомо, що бджоли можуть долати в пошуках кормової бази до 10 км (Коновалова, 2002; Beekman, Ratnieks, 2000), а найсприятливішим часом для запилення є 10 – 12 год. ранку, що підтверджують дослідження квіткового аромату яблуні айвової *M. ioensis* (Alph. Wood) Britton (англ. «Prairie Rose» – «Прерійська

троянда») (Junjun et al., 2019; Fan et al., 2019). Під час цвітіння одночасно з готовністю прийняти пилок відбувається виділення різних ароматичних сполук, що пов'язано з активністю комах-запилювачів, тобто сприяє максимальній результативності запилення (Fan et al., 2019; Fenster et al., 2004).

Переважає більшість видів родини Rosaceae є комахозапилюваними рослинами, тому їхні квіти мають біле, рожеве, рідше яскраво-червоне, жовте забарвлення; блакитне для них не характерне. Виділяють нектар і мають сильний аромат. Це досить приємний запах квітів, який приваблює невеликих жуків, ос, бджіл, джмелів. Крім того, зазначено, що бджоли уникають яскраво червоного забарвлення пелюсток (Адамчук, 2020). Проте попередньо відмічено, що репродуктивна система ентомофільних рослин має морфофізіологічні та генетичні механізми, що допускають прояв самозапилення (Меженський, Меженська, 2015).

Ще одним завданням було виокремити комах-запилювачів конкретних видів Rosaceae. Результати аналізу великого масиву наукових досліджень систематизовано у вигляді рисунку (рис. 3).

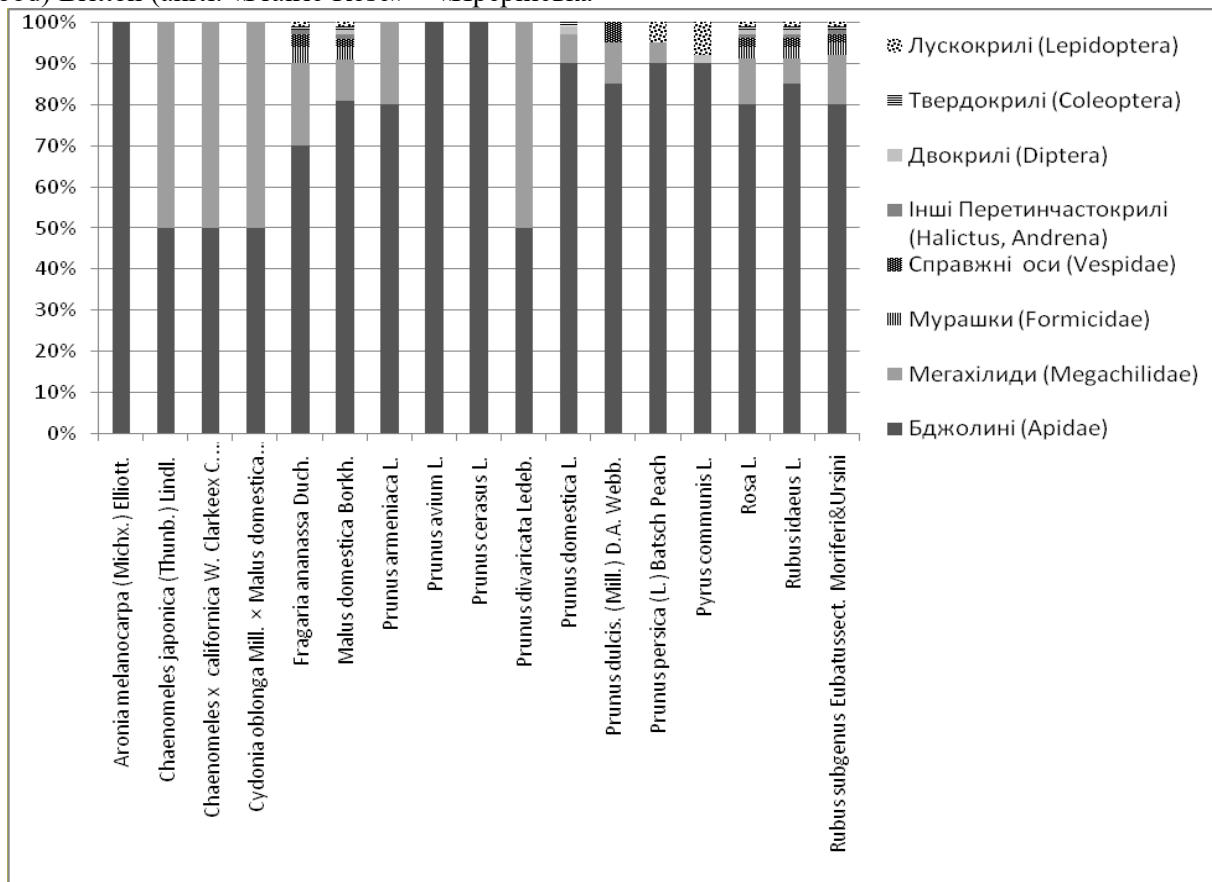


Рис. 3. Антофільний комплекс запилювачів *Rosaceae* (за частотою зустрітваності в літературних джерелах, %)

Fig. 3. Anthophilic complex of *Rosaceae* pollinators (by frequency of occurrence in literary sources, %)

Масив даних, зібраних й опрацьованих нами літературних джерел, на даному етапі дослідження складає 203 наукові публікації, які приймали за 100 %. Антофільний комплекс запилювачів Rosaceae представляли за частотою зустрітваності в літературних джерелах. З'ясовано, що діапазон запилювачів ентомофілів представлений чотирма рядами: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera і Lepidoptera. Представники ряду Hymenoptera найчастіше зустрічаються у складі антофільного комплексу, а саме родини: Apidae, Megachilidae, Formicidae, Vespidae та інші перетинчастокрилі (зокрема, *Halictus* та *Andrena*).

Серед видів-запилювачів Diptera нами встановлено згадування у літературних джерелах представників родини Syrphidae (див. Рис. 3) (Льмінська, 2020; Скакун, 2018).

Для всіх видів родини Rosaceae, що входять до переліку Держреєстру, виявлено універсального агента запилення – бджолу медоносну. Причому для трьох видів – *Prunus cerasus*, *P. avium*, *A. melanocarpa* – це єдиний представник з агентів запилення. Відомо, що представники роду *Prunus* L. самозапильні, для яких вагомим питанням є перехід до самосумісності. Єдиний вид даного роду *P. persica* є повністю самосумісним. В той же час, персики є як вітрозапильні, так і комахозапильні (Radice, Galati, 2003).

Наступну групу запилювачів об'єднує дуальна комбінація – бджоли та джмеля, що характерно для *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, *Chaenomeles x californica* W. Clarke ex C. Weber, *Cydonia oblonga* Mill. × *Malus domestica* Borkh. та *Prunus divaricata* (Abdallah et al., 2020). У дану групу потрапили обидва гібриди.

Встановлено, що серед 17-ти видів Rosaceae для *M. domestica*, *Rosa* L. та *R. idaeus* підтверджено участь у запиленні представників усіх виявлених рядів. Поряд з цим, для видів *F. ananassa* та *R. subgenus* не знайдено підтвердження участі представників Diptera у їх запиленні.

Частота зустрітваності інформації про агентів запилення з груп Formicidae, Vespidae, *Halictus*, *Andrena* ряду Hymenoptera, а також представників рядів Diptera, Coleoptera, Lepidoptera склала до 20 %, що може свідчити про не регулярний, а випадковий характер їх участі у процесі запилення.

Для ентомофільних видів рослин життєздатність їхніх популяцій досягається завдяки наявності комах-запилювачів (Дорошенко, 2019). Однак ефективність запилення біотичними агентами також не абсолютна. Більшість подібних систем в тій чи іншій мірі генералізована. Потік генів в популяціях більшості видів насінневих рослин складається з двох компонент: потоку

пилку і потоку насіння. Для багатьох рослин показано, що відстань розповсюдження пилку перевершує відстань розповсюдження насіння (Ennos, 1994). Зазначено, що *A. mellifera* виступає як універсальний вид-запилювач для виду *R. idaeus*. Діапазон запилювачів роду *Fragaria* L. складають бджола медоносна (*A. mellifera*) – 75,8 %; джмелі (*Bombus* spp. L.) – 1 %, інші Hymenoptera – 3,6 % і досить значна кількість інших видів комах – 19,6 % (Адамчук, 2020).

Очевидним є те, що запилення рослин – одна з основних функцій комах, яка реалізується у вигляді складних взаємозв'язків між рослинами та комахами. Господарська діяльність людини часто спричиняє порушення функціонально-ієрархічної організації та системної конструкції природних популяцій. Дослідження життєздатності популяцій, а саме їхньої здатності до відновлення, розселення та еволюції, набули особливої значимості (Жиляєв, 2005). Для багатьох ентомофільних видів рослин життєздатність їхніх популяцій досягається завдяки наявності запилювачів, у першу чергу комах (Канарський, 2008). Якщо існування будь-якої екосистеми залежить від біоти, то відтворення комахозапильних рослин – від комах-антофілів. Оцінка стану та функціональних особливостей ентомокомплексу антофілів лежить в основі аналізу біорізноманіття якості середовища природних і антропогенно трансформованих екосистем (Філатов, 1997). Відзначено, що вищі перетинчастокрилі є одними із найдосконаліших і найнадійніших запилювачів покритонасінних, оскільки відвідують квіти представників усіх основних видів Magnoliophyta (Кравець, 2008). Зменшення чисельності або втрата одного з компонентів взаємодії «комаха-рослина» впливають на виживання обох сторін. Фактично, зменшення популяцій запилювачів становить загрозу зникнення ентомофільних рослин (Кушинська, 2012).

Результати досліджень ряду авторів дозволяють охарактеризувати окремі види комах-антофілів. Так, для представників родин Lycaenidae, Sphingidae та Nymphalidae встановлено, що відсоток комах зі слідами пилку на їхньому тілі не перевищував 60 % і кількість пилкових зерен була невеликою (Кравець, 2008). Подальші дослідження встановили, що представники Hymenoptera під час живлення пилком і нектаром опосередковано здійснюють перенесення пилку на своєму тілі. Найкраще пристосовані до перенесення пилку представники родини Apidae (Кравець, 2013).

Ефективність перенесення пилку залежить, також, і від ландшафту місцевості й обсягу взятку. Чим більш розчленована місцевість, тим коротші польоти бджіл. На рівнині, де немає поб-

лизу достатнього джерела поживи, – до 3 км. В умовах міста з пересіченим рельєфом і численними забудовами ця відстань зменшується до 2 – 3 км (Дорошенко, 2019). У дослідженнях Г.Г. Жиляєва зазначено, що джмелі поширюють пилок у радіусі 100 м, лише в окремих випадках незначна кількість пилку переноситься на 0,8 – 1 км (Жиляєв, 2005).

Взаємозв'язок між рослинами і комахами-запилювачами настільки тісний, що відхилення у цих взаємовідносинах однієї із сторін стає причиною того, що вони можуть залишитися без нащадків (Філатов, 1997). Найбільш небезпечними чинниками, що спричиняють загибель комах, а відтак призводять до зниження чисельності їх популяцій, є скорочення площ різнотравних лук, фрагментація оселищ, наявність паразитів і захворювання та ін. Демутаційні процеси, які активно відбуваються, наприклад, у лучних ценозах високогір'я без антропогенного навантаження, призводять до скорочення їхніх площ, зменшення площ середовища існування популяцій комах-запилювачів (Кравець, 2008). В умовах рівнинної частини західних регіонів України описують випадки, коли бджоли прокушують шпорку, якою знімають обніжжя, беруть нектар, але не запилюють квітки (Дорошенко, 2019).

Відомо, що нектар є основною їжею для багатьох комах. Він є потужним додатковим фактором, поряд з забарвленням пелюсток і наявністю пилку, для залучення рослинами запилювачів. Нектаром живляться майже всі комах вищих рядів – перетинчастокрилі (Hymenoptera), лускокрилі (Lepidoptera) і двокрилі (Diptera). Живлення пилком і згодом нектаром зіграло важливу роль в еволюції комах і наклало певний відбиток, як на їхню морфологію, так на біологію і поведінку (Гринфельд, 1978). Існує думка, що не можна розглядати нектар тільки як засіб залучення комах-запилювачів. В нектар входять гормони стероїдної групи, які створюють сприятливе середовище для проростання пилкових трубок і запліднення квітки. У літературі є дані про хімічний склад нектару і роль його у формуванні складу запилювачів (Скакун, 2018).

Наразі найкращим запилювачем є бджола медоносна (*A. mellifera*), насамперед через можливість управління людиною певними етапами життєдіяльності бджолої колонії. Також лише у роботі з медоносними бджолами можливо керувати обсягом льотних особин та їхньою діяльністю, стимулювати чи обмежувати їхнє нарощування. Чисельність колонії медоносних бджіл – близько 80 тис. особин у літній період, з яких 60 % – льотні, що забезпечують запилення. Загалом, завдяки запиленню медоносними бджолами збільшується урожайність сільськогосподарсь-

ких культур на 20 – 75 % залежно від виду, підвищується якість і натуральна маса плодів та насіння (Адамчук, 2020). Збираючи нектар, бджолині (в тому числі джмелі) виявляють велику спрямованість, практично не повертаються до вже відвіданих квіток (Zimmerman, 1982). Однак, агрофітоценозам і далі бракує активних переносників пилку, які забезпечують панміксію і утворення високих врожаїв. Бджолам гостро не вистачає білка пилку для вирощування розплоду та вуглеводів нектару для швидкого відновлення енерговитрат робочих особин при польотах (Ільмінська, 2020).

Можна припустити, що переміщення запилювачів залежить від особливостей просторового зростання рослин. У деяких роботах вказується, що зі зменшенням щільності розташування рослин середня дальність перельотів зростає. Відмінності у впорядкованості розташування рослин також можуть впливати на фуражувальну поведінку запилювачів. На ділянках з рівномірним розташуванням джмелі показали більш високу ступінь спрямованості своїх рухів (виміряну як кут повороту між послідовними відвідинами), рідше робили повторні відвідування і перелітали в середньому на меншу відстань між квітками (Cartar, Real, 1997). Доведено, що бджоли здатні розпізнавати складні геометричні кореляції (Cingel, 2001). Така поведінка в цілому узгоджується з передбаченнями теорії оптимального фуражування, згідно з якою найбільша ефективність досягається при переміщеннях до найближчого джерела ресурсу. У деяких випадках це було прямо показано для бджололиних, в тому числі джмелів (Collevatti et al., 2000; Rasmussen, Bradsgaard, 1992). Відмінності у віддаленості перельотів між різними запилювачами одного виду рослин досліджувалися рідше (Herrera, 2000).

Отже, функціонування агроєкосистеми чи будь-якої іншої екосистеми залежить від взаємозв'язку ентомофільних рослин і комах-антофілів. Тому, будь-які впливи антропогенних чи природних чинників можуть порушити цю систему.

Висновок. Аналіз літературних відомостей щодо 15 видів та 2 гібридів плодово-ягідних культур родини Rosaceae, включених до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» станом на 2022 рік, показав переважання перехресного запилення та наявність складного комбінованого варіанту.

Аналіз видового складу антофільного комплексу для плодово-ягідних культур родини Rosaceae дозволяє виділити мелітофілію (запилення перетинчастокрилими Hymenoptera) як

переважаючий шлях запилення, а його універсальним агентом – бджолу медоносу *Apis mellifera* L.

Видовий склад антофільного комплексу запилювачів досліджених видів родини Rosaceae у доступній літературі відображено фрагментарно і потребує подальших досліджень з використанням польових методів.

*Висловлюємо вдячність Микиті Перегриму
(University of Oulu, Finland)*

*за впорядкування систематичної приналежності
видів Rosaceae, внесених до «Державного реєстру
сортів рослин, придатних для поширення в Україні»
(Державний реєстр..., 2022).*

*Дослідження виконано в рамках завдань тем №
держреєстрації 0120U105597 «Оцінка екосистемних
послуг і асоційованих факторів ризику на градієнтах
ландшафтних умов у цілях сталого розвитку» і НДР
51-803 «Моніторинг і оптимізація екосистемних
послуг в умовах деструктивних агровиробничих впливів
на засадах концепції соціоекологічної системи» №
держреєстрації 0122U001217.*

Список літератури / References:

- Adamchuk L. O. Effective use of bees for pollination of gardens and berries: methodical recommendations. Kyiv: ST-Druk. 2020; 130 (In Ukrainian).
- Baldyk D. O. The influence of bee pollination of sunflower on the financial security of agricultural producers. The state and problems of the functioning of business structures in the conditions of a permanent economy. Monograph. Under the editorship Doctor of Economics, Professor Yu. O. Nesterchuk. Uman: Sochinsky Publishing House (p. 179 – 185). 2016; 263 (In Ukrainian).
- Boldyzheva L. D., Kitaev O. I. Evaluation of winter elite forms of the apple tree (*Malus domestica* Borkh.). *Gardening. Selection and variety study*. 2015; 70: 5-9. (In Ukrainian).
- Burlyai O. L., Burlyai A. P., Kharenko A. O. The current state of horticulture development in Ukraine. *Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture*. 2013; 82: 249-259. (In Ukrainian).
- Buyun L. I. The peculiarities of reproduction systems in orchids. *Plant introduction*. 2013; 2: 29-39. DOI:10.5281/1492314.
- Branch program of horticulture development of Ukraine for the period until 2025. Order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine and the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences dated July 21, 2008 No. 444/74. URL: https://a7d.com.ua/agropoltika/zakon/nakazi_minap/1011-galuzeva-programa-rozvitku-sadivnictva-ukrayini.html
- Gel I. M. Workshop on applied selection of fruit and vegetable crops. II part. Fruit, berry and nut crops. Lviv. 2015; 320. (In Ukrainian).
- Goncharovska I. V. Representatives of the genus *Malus* Mill. in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine: biomorphological and decorative features, use. Manuscript. Dissertation for obtaining the degree of candidate of biological sciences in the specialty 03.00.05 "Botany". National Botanical Garden named after M.M. Hryshka of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv. 2019; 252. (In Ukrainian)
- Grinfeld E. K. Origin and development of anthophily in insects. L.: LGU Publishing House. 1978; 203. (In Russian)
- State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine (2022). URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/2022-01-17_reestr.pdf [17.01.2022].
- Doroshenko K. Cenopopulations of *Cordynalis solida* (L.) Clairv. in the conditions of urban ecosystems of Lviv. II. Reproductive parameters. *Visnyk of Lviv University. Biology, Ecology*. 2019; 80: 90-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/vlubs.2019.80.11> (In Ukrainian).
- Zebrowska J. Factors affecting pollen grain viability in the strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Journal of Horticultural Science*. 1997; 72:2. 213-219. DOI: 10.1080/14620316.1997.11515508 (In Ukrainian).
- Zhilyaev H. G. Viability of plant populations. Lviv: LPM of the National Academy of Sciences. 2005; 304 (In Ukrainian).
- Ilminska L. Sawing roslin with clods. Ecosystem services. Ukrainian Nature Conservation Group, 2020; 28. https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/08/EcoPoslугy_Zapylenny_a_pr5_str.pdf (In Ukrainian).
- Kanarskyi Yu. V. Some problems of protecting the diversity of entomofauna in the territories of the nature reserve fund. Scientific and practical materials. conf. Rakhiv. 2008; 200-205 (In Ukrainian).
- Kravets N. Ya. To the annotated list of anthophilic lepidoptera (Lepidoptera) of Western Podillia. *On the scientific journal of MP Drahomanov State University. Series 20: Biology*. 2008; 20-26. (In Ukrainian)
- Kravets N. Ya. Hymenoptera (Hymenoptera) as an integral component of the anthophilic complex of dry meadows of Western Podillia. *Visnyk of Uzhgorod Univ., Biology*. 2013; 35: 84-90 (In Ukrainian). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuu_2013_34_7.
- Kravets N. Ya. Species diversity and ecological-faunistic survey of anthophilic insects of the order of Coleoptera of dry meadows of Western-Podilskyi Transnistria. *Science zap state naturally the museum*. 2016; 32: 121-128. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzdpm_2016_32_15 (In Ukrainian).
- Konovalova I. B. A bumblebee (Hymenoptera: Apidae: Bombini) community of a meadow ecosystem typical of the middle-height forest belt in the Ukrainian Carpathians. *Proc. of the State Nat. Hist. Museum*. Lviv, 2002; 21: 109-118. (In Ukrainian).
- Kondratenko T. E. Varieties of apple trees for industrial and amateur orchards of Ukraine. Kyiv: Manuscript-ABC. 2010; 400 (In Russian).
- Konopelko A. V. Peculiarities of the reproductive biology of the genus *Malus* Mill. *Journal of Native*

- and Alien Plant Studies. 2020; 16: 96-112 DOI: 10.37555/2707-3114.16.2020.219823 (In Ukrainian).
22. Kushinska M. Functional value of pollinating insects of five species of the genus *Gentiana* L. in the Chornohora massif (Ukrainian Carpathians). *Bulletin of Lviv University. Biological series*. 2012; 59: 167-172 (In Ukrainian).
 23. Matviychuk N. P., Mudrak R. P. (2016). The state of the horticulture industry in Ukraine and the definition of promising directions for its operation. Economy and management of the national economy. Mykolayiv National University named after V.O. Sukhomlynskyi. 2016; 13: 140-146 (In Ukrainian).
 24. Mezhenyskyj V. M. (2011). To the history of the introduction of fruit plants in Ukraine. Introduction of plants. 2011; 1: 87-93 (In Ukrainian).
 25. Mezhenyskyj V. M., Mezhenyska L. O., Melnychuk M. D., Yakubenko B. E. Non-traditional fruit crops (recommendations for selection and cultivation of planting material). National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Kyiv: Phytosocial Center. 2012; 80 (In Ukrainian).
 26. Mezhenyskyj V. M., Mezhenyska L. O. The Formation of the Collection and Improvement of Plant Breeding Methods of Rare Fruit and Ornamental Crops. Kyiv: Comprint. 2015; 480. (In Ukrainian).
 27. Melyukhina G. V. Some aspects of the fauna of buzzard flies (Diptera: Syrphidae) - entomophagous insect hosts of cereal aphids on winter wheat crops in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Materials of the IV International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 95th Anniversary of Variety Testing in Ukraine. Crop production and agriculture*. Kyiv. 2018; 172-174 (In Ukrainian).
 28. Monastirska S. S., Pavlyshak Y. Ya., Haynovich N. K. (2016). Floristic diversity of honey plants of Nadzbruchcha. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*. 2016; 26 (7): 224-229 (In Ukrainian).
 29. Nemertsalov V. V. Adaptation of members of the Rosacea Juss family under the conditions of the North-Western Black Sea. *Taurian Scientific Bulletin. Individual development of plants for the preservation of biological diversity*. 2012; 80 (2): 62-67 (In Ukrainian).
 30. Nesterchuk Yu. O. The state and problems of the functioning of business structures in the conditions of a permanent economy / Under the editorship Doctor of Economics, Professor Yu.O. Nesterchuk. Uman: Publisher «Sochinsky». 2016; 263 (In Ukrainian).
 31. Opalko O. A., Chernenko A. D., Opalko A. I. Phylogenetic relationships of representatives of the genus *Malus* Mill cultivated in Ukraine. *Introduction of plants*. 2012; 1: 16 – 23 (In Ukrainian).
 32. Determinant of higher plants of Ukraine. Kyiv. Phytosocial Center. 1999. 548 (In Ukrainian).
 33. Annual industry report «Horticulture and berry growing in Ukraine – 2018». Association «Ukradprom». Kyiv. 2019. 19 (In Ukrainian).
 34. Rozhko N. Ya. Formation of export-import relations on the market of vegetables and fruits. *Visnyk of Lviv Polytechnic National University. Series: «Problems of economics and management»*. 2020; 4(1): 83-92 (In Ukrainian).
 35. Salo I. A. Peculiarities of apple market development in Ukraine and the world. *Economy and management of the national economy*. 2017; 15: 63-67 (In Ukrainian).
 36. Sydora N.V. Pharmacognostic study of representatives of the Amygdaloideae subfamily of the Rosaceae L. family and the creation of medicinal products based on them. Dissert. for the Doctor of Ph. Sciences degree 15.00.02. National Pharmaceutical University, Ministry of Health of Ukraine. Kharkiv. 2020; 560 (In Ukrainian).
 37. Skakun V. O. Interaction of representatives of the genus *Buddleja* L. with pollinating insects. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2018; 28(5): 53-56. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280511>
 38. Skrypets H. I., Odintsova A. V. (2014). Features of flowering and pollination *Gladiolus imbricatus* L. *Science zap Ternopil national ped. university Ser. Biol*. 2014; 4 (61): 37-43 (In Ukrainian).
 39. Tikhomirov F. K., Demchenko N. Y. Systematic, biomorphological and ecological-geographical analysis of the flora of the North-Western Black Sea region. Issedovanie flora of the North-Western Black Sea Region. *Sat. science Proceedings of the Department of Botany, OSKY. Issue 1. Odessa*. 1975; 3 – 12 (In Ukrainian).
 40. Faegri K., van der Pijl L. 1979. The principles of pollination ecology. Monograph. 3rd Edition. Pergamon Press. 243.
 41. Fedoriak M. M., Tymochko L.I., Shkrobanets O.M. et al. Results of the annual monitoring of losses of bee colonies in Ukraine: wintering 2017-2018. *Scientific Herald of Chernivtsi University. Biology (Biological Systems)*. 2019; 11 (1): 60-70 (In Ukrainian).
 42. Filatov M. O. Solitary bees of the agrolandscape of northeastern Ukraine: fauna, ecology and practical significance.: autoref. thesis for obtaining sciences. Candidate's degree biological Sciences: specialist 03.00.16. Kharkiv. 1997. 24 (In Ukrainian).
 43. Cherevchenko T. M., Buyun L. I., Kovalska L. A. Pollination strategies in orchids (*Orchidaceae* Juss.). *Ukrain. Botan. Journal*. 2010; 67 (5): 637-649 (In Ukrainian).
 44. Shishova T. V. Self-pollination of new introduced varieties of nectarine (*Prunus persica* L. Batsh var. *Nucipersica* (Suckow) Sc). *Varietal research and protection of rights to plant varieties*. 2007; 6: 66-70 (In Ukrainian).
 45. Shoferistov E. P., Tsyupka S. Yu. Results of the primary study of distant nectarine hybrids (*Prunus persica* L. Batsh var. *Nucipersica* (Suckow) Sc) and peach (*Prunus persica* L. Batsh) with almonds (*Amygdalus communis* L.). *Varietal research and protection of rights to plant varieties*. 2007; 6: 71-79 (In Ukrainian).
 46. Abdallah D., Baraket G., Perez V., et al. Self-compatibility in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]: patterns of diversity surrounding the S-locus and analysis of SFB alleles. *Horticulture Research*. 2020; 7 (170): 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00392-z>

47. Balasubramanian M. Paveffa indica Studies on the ecology of butterfly pollination in south India II Pollination of Raveffan Indica Lin. (Rubiaceae). *Ann. Entomol.* 1990; 8 (2): 71-78.
48. Bauer D., Wing I. The macroeconomic cost of catastrophic pollinator declines. *Ecol. Econ.* 2016; 126: 1–13. DOI:10.1016/j.ecolecon.2016.01.011.
49. Beekman, M., Ratnieks, F. L. W. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology.* 2020; 14(4): 490-496.
50. Cartar R. V., Real L. A. Habitat structure and animal movement: the behavior of bumble bee in uniform and random spatial resource distribution. *Oecologia.* 1997; 122: 430-433.
51. Cingel N.A. An atlas of orchid pollination: America, Africa, Asia and Australia. Rotter dam: A. A. Balkema Publisher. 2001; 260.
52. Collevatti R.G., Schoerederl J. H., Campos A.O. Foraging behavior of bee pollinators on the tropical weed *Triumfetta semitriloba*: flight distance and directionality. *Ecology. Rev. Bras. Biol.* 2000; 60 (1). <https://doi.org/10.1590/S0034-71082000000100005>
53. Chauzat M. P., Jacques A., Laurent M., et al. Risk indicators affecting honey bee colony survival in Europe: One year of surveillance. *Apiologie.* 2016; 47: 348-378. DOI:10.1007/s13592-016-0440-z
54. Ennos R. A. Estimating the relative rates of pollen and seed migration among plant populations. *Heredity.* 1994; 72: 250-259.
55. Fan J., Zhang W., Zhang D., et al. Flowering Stage and Daytime Affect Scent Emission of *Malus ioensis* 'Prairie Rose'. *Molecules.* 2019; 24 (13): 1-13. DOI: 10.3390/molecules24132356.
56. Fedoriak M. M., Tymochko L. I., Kulmanov O. M., Volkov R. A., Rudenko S. S. Winter losses of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Ukraine (monitoring results of 2015-2016). *Ukrainian Journal of Ecology.* 2017; 7(4): 604-613.
57. Fisher B., Turner R. K., Morling P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecol. Econ.*, 2009; 68: 643-653. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>
58. Fenster C. B., Armbruster W. S., Wilson P., et al. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics.* 2004; 35: 375-403.
59. Fijen T., Schepher J., Boom T., et al. Insect pollination is at least as important for marketable crop yield as plant quality in a seed crop. *Ecol. Lett.* 2018; 21: 1704-1713. DOI:10.1111/ele.13150
60. Galen C., Storks L., Carpenter E., et al. Pollination Mechanisms and Plant-Pollinator Relationships. Missouri Master Pollinator Steward Program. University of Missouri Extension Pollination. March. M 402. 2017; 1 – 20.
61. Garkava-Gustavsson L., Mujaju C., Sehic J., et al. Genetic diversity in Swedish and Finnish heirloom apple cultivars revealed with SSR markers. *Scientia Horticulturae.* 2013; 162: 43-48.
62. Gray A., Adjlane N., Arab A., et al. Honey bee colony winter loss rates for 35 countries participating in the COLOSS survey for winter 2018–2019, and the effects of a new queen on the risk of colony winter loss. *Journal of Apicultural Research.* 2020; 59(5): 744 – 751.
63. Herrera C. M. Flower-to-seedling consequences of different pollination regimes in an insect-pollinated shrub. *Ecology.* 2020; 81: 15-29.
64. Janick J., Cummins J. N., Brown, S. K., Hemmat M. *Apples. Fruit Breeding.* 1996; I. Tree and Tropical Fruits: 1-77.
65. Junjun Fan, Wangxiang Zhang, Donglin Zhang, et al. Flowering Stage and Daytime Affect Scent Emission of *Malus ioensis* «Prairie Rose». *Molecules.* 2019; 24: 2356-2369. DOI:10.3390/molecules24132356
66. Klein A. M., Vaissiere B. E., Cane J. H., et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. London, Ser. B: Biological Sciences.* 2007; 274: 303-313. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
67. Ollerton J., Winfree R., Tarrant S. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos.* 2011; 120: 321-326. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
68. Oldroyd B. P., Nanork P. Conservation of Asian honey bees. *Apiologie.* 2009; 40: 296-312. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/apido/2009021>
69. Pereira-Lorenzo S., Ramos-Cabrera A. M., Fischer M. Breeding apple (*Malus x domestica* Borkh). *Breeding plantation tree crops: temperate species.* New York: Springer. 2009; 33-81. DOI: 10.1007/978-0-387-71203-1_2.
70. Radice S., Galati B. G. Floral nectary ultrastructure of *Prunus persica* (L.) Batch cv. Forastero (Newcomer), an Argentine peach. *Plant Systematics and Evolution.* 2003; 238(1): 23-32. DOI: [10.1007/s00606-002-0279-9Floral](http://dx.doi.org/10.1007/s00606-002-0279-9Floral)
71. Rasmussen I. R., Bradsgaard B. Gene flow inferred from seed dispersal and pollinator behaviour compared to DNA analysis of restriction site variation in a patchy population of *Lotus corniculatus* L. *Oecologia.* 1992; 89: 277 – 283.
72. Reilly J. R., Artz D. R., Biddinger D., et al. Crop production in the USA is frequently limited by a lack of pollinators. *Proc. R. Soc.* 2020; 287: 20200922. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2020.0922>
73. Reim S., Proft A., Heinz S., et al. (2017). Pollen movement in a *Malus sylvestris* population and conclusions for conservation measures. *Plant Genetic Resources.* 2017; 15 (1): 12-20. DOI: 10.1371/journal.pgen.1002703.
74. Richards A. J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Ann. Bot.* 2001; 88: 165-172. <http://dx.doi.org/10.1006/anbo.2001.1463>
75. Sun M., Gross K. P., Schiestl F. Floral adaptation to local pollinator guilds in a terrestrial orchid. *Annals of Botany.* 2014; 113: 289-300. DOI:10.1093/aob/mct219.
76. The pollination of cultivated plants: A compendium for practitioners / Edited by David Ward Roubik. Food and agriculture organization of the united nations. Rome. 2018; 1: 324.
77. Van Engelsdorp D., Underwood R., Caron D. M., Hayes JR. J. An Estimate of Managed Colony Losses

- in the Winter of 2006 – 2007: A Report Commissioned by the Apiary Inspectors of America. *American Bee Journal*. 2007; 1 – 5.
78. Waser N. M. A comparison of distances flown by different visitors to flowers of the same species. *Oecologia*. 1982; 55: 251-257.
79. Williams G. R., Tapy D. R., van Engelsdorp D., et al. Colony Collapse Disorder in context. *Bioessays*. 2010; 32: 845 – 846.
80. Zimmerman M. The effect of nectar production on neighborhood size. *Oecologia*. 1982; 52: 104-108.
81. Zhou T., Fan J., Zhao M., Zhang D., et al. Phenotypic variation of floral organs in *Malus* using frequency distribution functions. *BMC Plant Biology*. 2019; 19 (1): 1-11. DOI: 10.1186/s12870-019-2155-6

INSECTS POLLINATORS OF FRUIT AND BERRY CROPS DISTRIBUTED IN UKRAINE (ON THE EXAMPLE OF THE ROSACEA FAMILY)

U. Leheta, H. Moskalyk, I. Moskalyk, M. Fedoriak

Global pollination crisis for agricultural and natural ecosystems has emerged during the last decades. Man gets a great amount of food from entomophilous plants. That is why preservation and protection of anthophilic species of insects as the main agents of pollination is currently an urgent problem.

*Rosaceae is among the leading plant families in terms of the number of species in Ukraine. Rosaceae occupies top places in terms of the number of species in the certain regions of the country: the Black Sea region – VI - VII, Bukovyna - III, the Crimea - V. Rosaceae species are of great national economic importance and are the basis of fruit and berry production in Ukraine. The issue of economic importance has been studied. It has been shown that the fifth part of the family belongs to honey plants. The authors conducted the analysis of literature sources over the past 20 years regarding the forms and ways of pollination of entomophilous species of the Rosaceae family included in the "State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine" as of 2022. According to the collected information, we developed a database. We compiled the list of insects as pollinating agents for entomophilous species of the Rosaceae family, included in the State Register. The list of 15 species and 2 hybrids belonging to 8 genera and three subfamilies was developed. For them, the predominance of cross-pollination and the presence of a complex combined variant are shown. The analysis of the data on insects which pollinate plant species of the Rosaceae family reflected in the literary made it possible to single out the main groups of pollinating agents: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, and Lepidoptera. The melitophily as the predominant way of pollination with honey bee *Apis mellifera* L. as the universal agent has been proved. However, the species composition of the associated anthophilic complex is fragmentarily reflected in the available literature and requires further research.*

Key words: Rosaceae, global pollination crisis, entomophilic plants, forms of pollination, pollination agents, anthophilic complex

Отримано редколегією 21.08.2022 р.