



Л. Ільмінська

Запилення рослин комахами

Екосистемні
послуги

ВСТУП

Екосистемні послуги — це всі корисні ресурси та вигоди, які людина може отримати від природи. Від екосистемних послуг залежить задоволення фундаментальних потреб людини в середовищі існування й продуктах харчування.

Знання про екосистемні послуги необхідні, щоб люди розуміли, наскільки важливим у їхньому житті є збереження біорізноманіття й підтримання природних процесів у доквіллі.



Фото: Ryzhkov Sergey, CC BY-SA 4.0

Дослідження екосистемних послуг важливе для ухвалення рішень, що можуть вплинути на природні екосистеми. Адже від збереження екосистем і їхніх компонентів залежить підтримання економічних можливостей та забезпечення середовища існування людей. Усі екосистемні послуги безкоштовні, оскільки люди не оплачують їх використання або споживання. Частина таких послуг можна монетизувати, тобто оцінити в грошовому еквіваленті. Наприклад, загальна вартість лісових товарів екосистемних та послуг, які споживаються людьми протягом року, на думку групи американських дослідників, складає 4,7 трлн дол¹. І чим глибше досліджувати екосистемні послуги, тим більше зростає їхня вартість.

¹ Constanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neil R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. – Nature, 1997. – 387: 253-60.

Монетизація (оцінка в грошовому еквіваленті) екосистемних послуг потрібна для того, щоб оцінити масштаби втрат, які ми переживаємо, втрачаючи екосистеми й види. На відміну від безкоштовних благ, взятих нами від природи, економічні втрати мають уже цілком реальну грошову оцінку. І це повинно впливати на ухвалення рішень. Інакше кажучи, знання про екосистемні послуги дозволяють людям розуміти, що знищення природи або надмірне використання її ресурсів обернеться значно більшими економічними збитками в майбутньому, ніж буде отримано вигоди сьогодні. Така логіка працює й навпаки, адже вкладання коштів у збереження й відновлення природних екосистем сьогодні гарантує в майбутньому «повернення» такого внеску в еквіваленті екосистемних послуг у значно більшому обсязі.



Фото: USFWS Mountain-Prairie, CC BY 2.0



Фото: Kiyanka, CC BY-SA 4.0

Тобто ми або активно зберігаємо природу сьогодні й маємо гарантоване майбутнє, або знищуємо біорізноманіття й отримуємо втрати й занепад завтра. Отже, **усі рішення, які стосуються впливу на природу, повинні прийматись із урахуванням інтересів видів та екосистем.**

Поки екосистемні послуги відсутні в українському законодавстві, і врахування їх у ході ухвалення рішень – не дуже поширене явище. Утім, ми нерідко ухвалюємо свідомі рішення на користь отримання більшої кількості таких послуг. Наприклад, ми можемо свідомо придбати дорожчу квартиру біля лісу або парку, замість дешевшої, але розміщеної в промисловій зоні. Чому ціна на квартири з видом на парк або озеро вища за ціну квартири з видом на трасу? Відповідь очевидна. Люди, які придбали саме таке житло, зробили свідомий вибір на користь мальовничого краєвиду, чистого повітря й міцного здоров'я. Утім, не треба за-

бувати: ми платимо неабияку суму за якість життя, яка була створена не будівельною компанією, а природою та екосистемами. Саме вони позитивно впливають на наше самопочуття, створюють затишок, продукують чисте повітря, роблять клімат м'яким, а вітер повільнішим.

Відомо дуже багато різновидів екосистемних послуг, тому розповідь про них неможлива без класифікації – схеми, де кожна з таких послуг перебуватиме на своєму логічному місці.

Основною класифікацією екосистемних послуг, яка використовується у світі, є поділ їх на групи за функціями:

Постачання

До таких послуг екосистем можна віднести продовольство, сировину, прісну воду, ґрунти та інші матеріальні блага, ціну на які можна визначити в грошовому еквіваленті і які зазвичай мають реальну ринкову ціну.



Крім того, у більшості випадків окремі особи можуть мати прибуток від обмеження доступу до користування цими послугами (наприклад, надавати дозвілну документацію на розробку торфовищ, рубки лісу, розводити тварин для полювань тощо) або ж надавати інфраструктурні послуги (приміром, транспортувати інших людей в місця користування послугами), виробляти необхідне для цього спорядження або інструменти. Ми користуємося цією групою екосистемних послуг завжди свідомо. Звісно, ми не самі вирубуємо дерева для меблів у власній вітальні: ми делегуємо пряме користування цією послугою посередникам, а самі оплачуємо їхню роботу, свідомо купуючи готову продукцію. Створення попиту на товари, продукти й вироби з природних матеріалів і є опосередковано свідомим використанням послуг екосистем.

Регулювання

До таких екосистемних послуг відноситься все різноманіття процесів у екосистемах, які формують середовище існування біо-



логічних видів, зокрема людини. Це регуляція клімату, погодних умов, якість повітря, якість і кількість прісної води, формування ґрунтів, запилення рослин та велика кількість процесів, які умовно можна назвати «природним балансом». Усі ці послуги екосистем оберігають наше життя від стихійних лих і змін у довкіллі, які могли б зробити його непридатним для нашого життя. Монетизувати ці послуги неможливо. Користування більшістю з них є несвідомим, адже ми просто живемо в довкіллі, яке завдяки природним екосистемам придатне для нашого існування. Натомість саме такі послуги відчуються нами тоді, коли вже втрачені. Користування послугами цієї групи не призводить до їх втрати або зменшення.



Фото: BioDasha, CC BY-SA 4.0

Культурні та соціальні послуги

До таких послуг екосистем відносяться нематеріальні вигоди й блага, які ми отримуємо від природи: можливість відпочинку, духовного збагачення, натхнення для творчості, отримання наукових знань, формування ідентичності соціальних і етнічних груп. Користування цією групою екосистемних послуг є свідомим, але всі вони нематеріальні, тому оцінити їх вартість неможливо. Зробити це можна лише опосередковано: скільки кожен з нас готовий платити за можливість опинитися в спеціальному спорядженні в зимових горах, за відсутність шуму й людських осель до самого обрію? Користування такими послугами зазвичай не призводить до виснаження самих екосистем.



Фото: Сергій Криниця, CC BY-SA 4.0

Послуги підтримання екосистем

Ця група екосистемних послуг мабуть найважча для сприйняття. Ідеться про глобальні процеси формування атмосфери, кліматичних зон, колообіг речовин у природі. Усе це на нашій планеті створюють екосистеми, і це середовище стає садом, у якому розквітає Життя в усіх його різноманітних формах. Цікаво, що глобальні процеси на земній поверхні й в атмосфері формують біорізноманіття, але й біорізноманіття стає частиною глобальних процесів, забезпечуючи глобальні біохімічні цикли, накопичуючи глобальну масу органічної речовини.

Відділити екосистемні послуги одну від одної неможливо. Потрапляючи в певну екосистему або в зону дії надаваних нею послуг, ми отримуємо «безкоштовний талон» на всі з них. Тобто ідучи до лісу за грибами, ми дихаємо чистим повітрям, просякнутим корисними для легеней ефірними маслами, насолоджуємось тишею, пташиним співом, лісовою прохолодою й вологим мікрокліматом. Заразом можемо зібрати відерце ягід, зробити неймовірні фото. Звісно, ми могли б не збирати ягід, не слухати птахів і не робити фото. Така вже особливість ресурсних і культурно-соціальних екосистемних послуг: вони часто є самою можливістю їх споживати, ніж самим споживанням. Ми витрачаємо кошти на азарт від пошуку грибів, а не на самі гриби. Тож у деяких випадках культурна значущість використання певної ресурсної послуги може вийти на перший план та затьмарити її базову цінність. Так,

у випадку збирання ягід та грибів вигоди для здоров'я та відпочинку є часто важливішими, ніж можлива економічна вигода.

Потрапивши в екосистему, ми одразу отримуємо всі послуги її ресурсного та культурного відділів. Так само ми можемо й втратити їх всі одночасно в разі втрати самої екосистеми. Крім того, втрати екосистем зупиняють постачання регулюючих та підтримуючих послуг. Усі форми життя на Землі поєднані складними зв'язками й зникнення будь-якого компоненту робить всю систему менш стабільною. Приміром, варто зникнути комахам-запилювачам, як з екосистеми випаде маса видів рослин з їхніми плода-



ми, насінням і функціями, які вони виконували в екосистемі. Зникнення кожного виду рослин викреслює з екосистеми по кілька видів комах, зменшує кількість комахоїдних птахів; також зникають гриби, що живуть у гармонійному партнерстві з рослинами в мікоризі. Таким чином, викресливши бодай один вид з природної екосистеми, ми спричиняємо руйнування великої складної конструкції, стабільність якої залежить від кожної з цеглинок. Тож ще більш далекоглядним є розуміння того, що **тільки в злагоді з усіма іншими видами ми самі можемо розраховувати на життя в майбутньому.**

У цій публікації ми проаналізуємо лише одну з багатьох екосистемних послуг – запилення рослин комахами

ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ РЕГУЛЮВАННЯ. ЗАПИЛЕННЯ РОСЛИН КОМАХАМИ

Запилення рослин – одна з найбільш значимих екосистемних послуг, від якої залежить продовольча безпека людства та функціонування природних екосистем. 80 % видів квіткових рослин потребують перенесення комахами пилку з одних квітів на інші. Без цього неможливе запилення, а отже, і утворення насіння. Без щорічного підтримання цього процесу зруйнується більшість харчових зв'язків на планеті, що призведе до вимирання великої кількості видів, зупиняться про-

їх стійкість до змін у довкіллі (наприклад, забруднень, змін клімату тощо)².

Медоносна бджола, яка в більшості людей асоціюється із запиленням квітів, – лише один з багатьох видів комах, важливих для запилення культурних рослин. Значення колосального різноманіття диких видів комах для запилення продовольчих культур донедавна недооцінювалось в більшості країн. Передусім ідеться про диких бджіл, яких у світі нараховується понад 20 000 видів. З них у Європі зустрічається близько 2 500, а в Україні – 900. Інші комахи такі як оси, мухи, денні та нічні метелики, жуки як запилювачі стали ґрунтовно вивчатись відносно нещодавно.

Внесок запилювачів у глобальну економіку оцінюється в 235 – 577 млрд на рік. Таких висновків 2016 року дійшли експерти міжнародної дослідницької групи IPBES, що працює на замовлення Міжнародної конвенції про охорону біологічного різноманіття³. Зокрема робота запилювачів в Європі оцінюється приблизно в 22 млрд. євро на рік⁴. На відміну від багатьох інших екосистемних послуг, запилення можна відносно точно монетизувати, адже відома вартість продуктів, що отримані від комахозапильних рослин.

Та чи це не занижена цифра? Обрахунки Продовольчо-сільськогосподарської організації ООН (FAO) не враховують внесок запилювачів ані у виробництво насіння кормових рослин, ані у збереження па-



цеси в екосистемах, які формувались протягом багатьох мільйонів років. 75 % рослинної їжі, яку споживає людство, також походять саме від комахозапильних рослин¹. Від запилення комахами залежать і практично всі декоративні рослини, адже ми їх обрали в якості прикрас саме через яскраві квіти, створені, щоб приваблювати комах-запилювачів. Завдяки перехресному запиленню підтримується генетичне різноманіття рослин, а отже –

1 **The pollination of cultivated plants: A compendium for practitioners. Volume 1.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018. – 324 p. – <http://www.fao.org/3/i9201en/i9201EN.pdf>

2 Nicola Bradbear. **Bees and Their Role in Forest Livelihoods: A Guide to the Services Provided by Bees and the Sustainable Harvesting, Processing and Marketing of Their Products.** Vol.19 (in: Non-wood forest products, ISSN 1020-3370). Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009. – 194 p. – <http://www.fao.org/3/a-i0842e.pdf>

3 Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production (IPBES) – <https://ipbes.net/assessment-reports/pollinators>

4 N. Gallai, “Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline,” *Ecological Economics*, 2009. – vol. 68. – pp. 810-821.



совищ та виробництво кормових культур. Також не врахована значимість запилювачів для існування природних екосистем та видів, що їх населяють, досі вартість такої функції не обрахована. Певною мірою, продукцією тваринництва ми також завдячуємо комахам-запилювачам. Звісно, в частині вирощування свійських тварин ця послуга не лімітує тваринництво. Адже за відсутності комахозапильних рослин цілком можна було б годувати тварин вітрозапильними видами. Утім, лишається факт, що ми вживаємо переважно м'ясо тварин, вирощених на кормах, отриманих з вітрозапильних рослин.

Глобальні оцінки стосуються передусім ролі запилювачів для вирощування безпосередньо продуктів харчування. Комахозапильні сільськогосподарські культури мають більшу цінність. Їх середня ціна становить 761 євро за тону, тоді як середня ціна культур незалежних від запилювачів, становить 151 євро за тону⁵. До продуктів, що мають не тільки високу товарну, але й харчову цінність для людини належать фрукти та овочі, врожайність яких повністю залежить від комах.

5 Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., Vaissiere, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline // Ecological Economics, 2008. (doi:10.1016/j.ecolecon.2008.06.014)

Добре запилені культури дають більшу кількість продукції кращої якості і більш привабливою для споживача. Наприклад, у Канаді якісно запилені яблуні приносили плоди з одним додатковим зернятком, від чого яблука виходили більш крупними та симетричними. Було підраховано, що додатковий дохід від таких більш якісних яблук складав 5-6%, або 250 канадських доларів на гектар, у порівнянні з продукцією садів, що мають недостатнє запилення⁶. Важливо, що вигідною може бути не лише більша ціна продукції, а й конкурентоспроможність: покупець надасть перевагу більш привабливому товару перед менш привабливим.

Заведено вважати, що запилення становить цінність перш за все для фермерів, але існують також потреби споживачів. Споживачі того чи іншого товару, на виробництво якого впливає дефіцит запилення, можуть також постраждати від росту ціни на цей

6 Kevan, P. G. Honeybees for better apples and much higher yields: study shows pollination services pay dividends // Canadian Fruitgrower, 1997. – Vol 14. – Pp.16.



товар і зниження рівня його доступності. Таким чином, скорочення числа запилювачів примушує людей платити більше за необхідні товари. Наприклад, для багатьох українців не секрет, що загибель багатьох пасік від використання на полях пестицидів призвела до збільшення вартості меду. Попит той саме, а товару менше. Пасічники мусять підіймати ціну, щоб звести кінці з кінцями. Утім, ніхто не задумується над тим, що аналогічним чином втрата природних запилювачів призводить до росту цін на фрукти й овочі.



Фото: Couleur, Pixabay



Фото: erfana.setiawan, CC BY 2.0



Причини дефіциту запилення.

1. Найочевиднішим негативним чинником, що впливає на зниження ефективності запилення рослин, є інтенсифікація сільськогосподарства. Через зміни в землекористуванні простір, придатний для проживання комах, відповідальних за запилення, швидко зужується. Передусім збіднюються харчові ресурси, втрачаються місця гніздування через розорювання, заліснення, заростання чужорідними рослинами, або й просто через хімічне забруднення. Наприклад, над полем розпилюють пестициди (засоби хімічного захисту рослин), щоб боротись з «комахами-шкідниками». Вітер здуває отрутохімікати на прилеглу степову ділянку або балку, де мешкають комахи-запилювачі, і всі вони гинуть, оскільки дія пестицидів однаково згубна для будь-яких комах. А можливо, саме ця балка на багато кілометрів навколо є останнім місцем, де можуть жити природні запилювачі. В глобальному масштабі, загальна щільність населення диких запилювачів невпинно зменшується.

Усе менше стає різнотравних лук, пасовищ, сіножатей, перелогів, багаторічних насаджень. Така нестача природної й напівприродної складової ландшафту підриває життєстійкість не тільки диких запилювачів, але й свійських медоносних бджіл. Серед іншого це проявляється



в ускладненні вирощування молоді самих бджіл. Дорослі бджоли харчуються переважно нектаром або медом, а от своїх личинок вони годують пергою – спеціальною сумішшю, основу якої складає пилок, зібраний на квітах. Пилок у різних видів рослин має різний за поживними речовинами склад. Та внаслідок втрати територій з природним різнотрав'ям, як домашні, так і дикі бджоли не мають можливості обирати оптимальний для відгодівлі своїх личинок раціон. Зібраний переважно з монокультурних полів такий пилок не є повноцінним для харчування личинок. Нестача або дисбаланс важливих мікроелементів негативно позначається на імунитеті бджіл. Личинки бджіл,



Фото: Waugsberg, CC BY-SA 3.0



Фото: Gilles San Martin, CC BY-SA 2.0

що споживають пилок з залишками пестицидів або продуктів їх розпаду, мають більше дефектів розвитку, а сформовані з них дорослі комахи – гірший стан здоров'я. Тому й без «допомоги» пестицидів бджоли вироджуються і поступово зникають, а там де пестициди використовуються – загибель бджіл може мати масовий характер.

2. Торгівля промислово вирощеними керованими запилювачами між різними країнами сприяла розповсюдженню всією планетою хвороб та паразитів. Від мешканців пересувних пасік збудники захворювань передались осілим диким запилювачам. Чутливими виявилися найближчі родичі медоносних бджіл – джмелі. Вони також живуть сімейними колоні-

ями, будують соти й разом вигодовують молодь, тому недуги всередині колонії ширяться швидко.

3. Кліматичні зміни викликають зміни в біології комах і територіальному розподілу більшості видів. Запилювачі реагують скороченням або розширенням своїх ареалів відповідно до нових умов. Виникають невідповідності між ареалами культивованих рослин та їх запилювачів. Можуть не збігатися терміни цвітіння рослин та активності їх запилювачів. До того ж, частина комах можуть вилетіти з нагрітого сонцем родинного сховку взимку, під час тимчасової відлиги, і загинути від холоду.



Запилення та здоров'я людини

Частка комахозапильних культур становить лише 1/3 від продуктового споживчого кошика людства. А 2/3 цього кошика займають вітрозапильні, самозапильні і такі, що розмножуються (принаймні на наших городах і полях) вегетативним шляхом рослини: картопля, кукурудза, пшениця, рис та інші. Однак, усі ці перераховані «постачальники калорій для людства» містять вкрай мало вітамінів та мінералів⁷.

Основним джерелом мікронутрієнтів є плоди комахозапильних рослин.

Фрукти та овочі забезпечують 98 % потреби людства у вітаміні С і більшу част-



Важливі харчові продукти стали зникати з раціону людей унаслідок безперервного росту індустріалізації у світі. З цією проблемою зіштовхуються країни як з високим, так і з низьким економічним розвитком.

Зменшення ефективності запилення рослин збільшує ризик низькоякісних дієт і так званий прихований голод для значної частини населення планети.

тину розчинних у воді вітамінів групи В; 58% потреби в кальції, 62 % – фторі, 29 – залізі, а також у калії, магнії, марганці, міді, натрії, селені, фосфорі, цинку та інших мінералах. Рослинні олії забезпечують людству близько 70 % ліпідів, виступають джерелом розчинних в жирах вітамінів Е, К та А⁸.

7 Elisabeth J.Ellers et al, "Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply" – <http://plosone.org>

8 Там само.



Фото: Terri Sharp, Pixabay

Запилення та генетичне різноманіття

Перехресне запилення сприяє розвитку нових комбінацій генів, підтримує різноманіття особливостей та властивостей рослин, що збільшує їх стійкість до умов довкілля. Перехресне запилення є природним механізмом що сприяє еволюції і протягом тривалого часу може призводити навіть до утворення нових видів рослин.



Більшість культурних рослин унаслідок штучного добору (селекції) втратили своє генетичне різноманіття, адже селекціонери штучно підтримували в кожній з рослин лише потрібні властивості: смак і розмір плодів, колір і форму квітів, швидкість дозрівання та багато іншого. Ми вирощуємо штучно виведені сорти рослин, допомагаючи їм вижити поливом, прориванням бур'янів та утепленням на зиму. Але для диких видів втрата генетичного різноманіття прямо зменшує шанси пережити зміни клімату, забруднення, пошкодження комахами та інші виклики. Запилення є одним з засобів підтримки генетичного різноманіття культурних рослин і збереження рідкісних локальних сортів, що вирощуються маленькими фермерськими господарствами у всьому світі. Перехресне запилення – це один з механізмів адаптації рослин до змін навколишнього середовища і мінімізації ризиків, пов'язаних з їх вирощуванням.



Фото: PixelAnarchy, Pixabay



Фото: USFWS Mountain-Prairie, CC BY 2.0

Нарешті, неоціненним є внесок запилювачів у збереження заповідних територій і природних ландшафтів. Чим більша там видова насиченість ентомофільних рослин, тим більше ці місця потребують стабільного стану популяції різноманітних комах-запилювачів. Деякі з них можуть бути «загальними фахівцями» з широким «асортиментом» квітів, які відвідують, а інші – «вузькі спеціалісти», у яких взаємозалежні стосунки тільки з певними видами рослин. Якщо такий вузькоспеціалізований запилювач гине, то поступово зникає й пов'язана з ним рослина. І навпаки. Так, наприклад, бджола андрена золотоніга (*Andrena chrysopeus*) є головним запилювачем видів спаржі (*Asparagus*) у природі.

У тому числі спаржі палласа (*Asparagus pallasii*), занесеної до Червоної книги України. Личинки андрени золотонігої харчуються пилком з рослин роду спаржевих. Ні один з цих видів не зможе жити без іншого.

Перехресне запилення має виняткову значимість для внутрішньовидового генетичного різноманіття дикорослих рослин. Це особливо важливо, коли природні території поділені на окремі фрагменти (приміром, невеликі ділянки степових схилів у балках між полями). Комахи допомагають рослинам обмінюватись генетичним матеріалом між ізольованими популяціями.



Запилення та кормові ресурси для тваринництва



При пасовищному утриманні худоби, коли тварини споживають багато природної рослинності, дикі запилювачі мають важливе значення для насінневого поновлення травостою пасовищ і збереження видового багатства кормових рослин. Територія пасовища зазвичай густо заселена дикими бджолами, іншими перетинчастокрилими комахами, лускокрилими (метеликами), мухами тощо. В умовах помірного невиснажливого випасу худоби вони добре справляються зі своїми функціями запилювачів пасовищних рослин.

Отримання насіння бобових кормових культур (люцерни, конюшини та еспарцету) у промислових масштабах також залежить переважно саме від диких комах-запилювачів. Так, врожайність насіння еспарцету при запиленні дикими комахами становила 3,7 ц/га, а медоносними бджолами – 1,7 ц/га.⁹

⁹ Панков Д.М. Разнообразие опылителей и их значение в формировании урожайности семян эспарцета / Д.М. Панков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3. – С. 61-63





Фото: Hans Braxmeier, Pixabay



Фото: Albert Krebs, CC BY-SA 4.0

Ще кращий приклад – люцерна, найважливіша кормова культура в світі. Але медоносні бджоли менш пристосовані до запилення її квітів, ніж джмелі, мегахіли, меліти, евцери та інші дикі бджоли. Домашні медоносні бджоли, запилюючи посіви люцерни, розкривають кожну 42-гу квітку, а дикі – кожну другу. Медоносні бджоли збирають нектар і близько 15% пилку, а дикі – переважно пилок. Вони розкривають квітку після першого ж відвідування, у той час як медоносні після 2-5 відвідувань – залежно від сорту.¹⁰ Для посилення активності домашніх бджіл на посівах люцерни застосовують спеціальні заходи: дрсирують комах ароматизованим сиропом, збільшують у їх гніздах відкритий розплід, відбирають частину принесеного пилку. До таких непростих затратних заходів доводиться вдаватися

там, де популяції природних запилювачів вже не достатні для запилення посівів люцерни.

Ще одна важлива кормова культура – конюшина червона. Конюшина взагалі не утворює насіння без участі диких запилювачів, оскільки її квітки мають довгу трубочку віночка, куди важко дістатися медоносним бджолам. Конюшина запилюється тільки джмелями та деякими дикими бджолами з довгим хоботком.

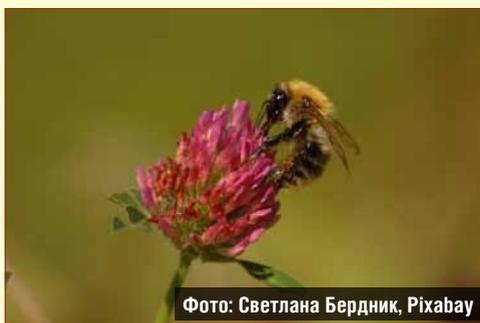


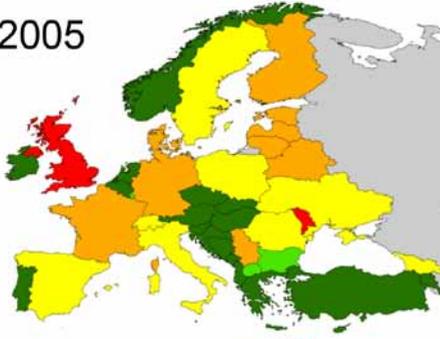
Фото: Светлана Бердник, Pixabay

¹⁰ Жаринов В.И. Система мероприятий по сохранению и увеличению опылителей люцерны / ВНИИТЭИСХ. М., 1980. – 45 с.

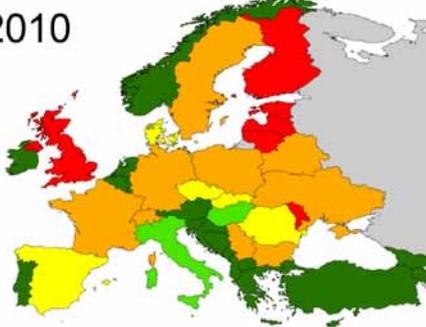
Криза медоносних бджіл

Порівняльна карта Європи

2005



2010



У багатьох країнах нестача запилювачів вже давно стала реальністю.

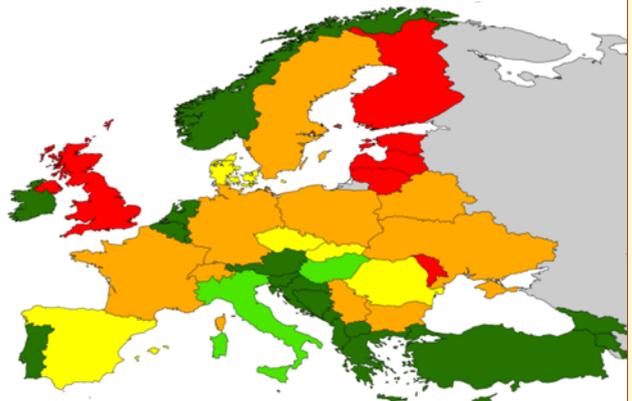
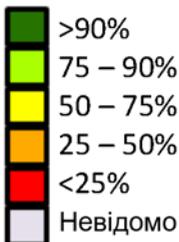
З 1960 по 2008 рік середня забезпеченість одного гектару комахозапильних культур бджолиними сім'ями знизилась у світі з 0,23 до 0,16, а в США – з 0,25 до 0,05 (за мінімально необхідної кількості для цих культур з урахуванням їх різноманіття 1,2 – 6,2 бджолосім'ї)¹¹.

У США за період 1992-2009 роках ціна за оренду бджолиної сім'ї для запилення виросла з 19,25 до 89,9 доларів. Наприклад, для ягідників оренда буде коштувати 38 доларів, а для мигдальних садів – 150. Подальше зростання цих витрат може стати обмежувальним фактором для розширення продовольчого виробництва. Унаслідок витрат фермера на запилення, збільшується і ціна майбутньої продукції.

У Європі попит на послуги запилення подекуди перевищує можливості наявної кількості медоносних бджіл майже в п'ять разів. Приміром, Великобританія має лише

¹¹ Bauer D.M., Wing I.S. Economic Consequences of Pollinator Declines: A Synthesis // *Agricultural and Resource Economic Review*. — 39/3 (October 2010).

Потенціал колоній медоносних бджіл для забезпечення потреб запилення



doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082996.g002>



Фото: Goran Horvat, Pixabay



Фото: Agroscope, CC BY-ND 2.0

34 % бджолосімей, необхідних для сільськогосподарських потреб країни.¹²

Щоб запобігти втратам медоносної бджоли та наростити її чисельність, докладаються чималі зусилля. Чи не найбільший виклик для збереження сімей медоносних бджіл пов'язаний з неконтрольованим поширенням азійського паразитичного кліща варроа з 70-тих років минулого сторіччя. Кліщ харчується гемолімфою дорослих бджіл, лялечок та личинок і заражає комах вірусними захворюваннями¹³. Багато фахівців визнають варроатоз причиною «синдрому раптового руйнування бджолиних колоній».



Фото: Anna Hesser, CC BY-NC-ND 2.0

І хоча основну частину доходу бджолярам у всьому світі приносить комерційне заплелення, від скорочення кількості медоносних бджіл можуть постраждати й інші напрямки бджільництва – виробництво меду та іншої бджолиної продукції, важливої передусім для медицини.



Фото: beepollenhub, CC BY 2.0

Україна виробляє понад 100 тис. тон меду в рік. Близько половини його експортується в інші країни. Наприклад, у 2018 з України було експортовано 49,4 тис. тон меду на суму 98 млн. доларів. У 2017 – 67,7 тис. тон на 133,6 млн. доларів. Середня ціна меду становить \$1,5-2 за кг¹⁴.



Фото: Istvan Hauser, Pixabay

12 Pollination services in the UK: How Important are Honeybees? is by Breeze T.D., Bailey A.P., Balcombe K.G., & Potts S.G.// Agriculture, Ecosystems and Environment, 2011 – doi:10.1016/j.agee.2011.03.020

13 Rosenkranz, P., Aumeier P., & Ziegelmann B. Biology and control of Varroa destructor // Journal of Invertebrate Pathology, 2010. — Vol. 103. — P. 96-119.

14 <https://bit.ly/2y5jEpA>

Важливість диких комах-запилювачів

У рамках дослідження диких комах-запилювачів Університетом Редінга (Великобританія) було виявлено, що популяція медоносних бджіл у Великобританії настільки скоротилася, що вона здатна забезпечувати в кращому разі лише третину потреб у запиленні. При цьому, за останні 20 років частка посівів, що залежать від запилення комахами (олійні культури, кормові рослини, ягоди, овочі, бобові і т.д.), зросла з менш ніж 8% на початку 1980-х до 20% в 2007 році. І за цей же період врожаї з посівів, які запилюються комахами, збільшилися на 54%. Це означає, що медоносні бджоли не єдиними важливими запилювачами. Виявилось, що нестачу заповнюють інші корисні комахи-запилювачі, такі як джмелі, одиночні бджоли, мухи-дзюрчалки та інші¹⁵.

15 Pollination services in the UK: How Important are Honeybees? is by Breeze T.D., Bailey A.P., Balcombe K.G., & Potts S.G. // Agriculture, Ecosystems and Environment, 2011 doi:10.1016/j.agee.2011.03.020



Цікаві закономірності були також виявлені в країнах, які активними темпами нарощували сільськогосподарське освоєння пасовищ, сіножатей і інших у минулому недоступних для обробітку земель.

Зі збільшенням площ орних земель знизувалась врожайність комахозапильних культур як на старих ділянках, так і на щойно освоєних. Чим більше була площа поля, тим менш ефективно воно запилю-





Фото: Agroscope, CC BY-ND 2.0

валось навіть за наявністю оптимальної кількості домашніх медоносних бджіл. Чому так?

Причина – у втраті місць проживання диких запилювачів. Раніше вважалося, що вони лише доповнюють свійських бджіл. Проте експериментальні дослідження виявили протилежне. При запиленні тільки медоносними бджолами рослини утворюють менше плодів, а штучне збільшення чисельності бджіл дозволяло отримати максимум 14% надбавки до врожаю. Для порівняння, аналогічне збільшення чисельності диких запилювачів було мінімум удвічі ефективніше практично по всіх комахозапильних культурах – кількість плодів збільшувалась на 27-28%. Така картина спостерігалась по всіх країнах, де проводились аналогічні спостереження¹⁶.

Дикі бджолині (особливо джмелі) важливі для запилення таких культурних рослин,

як томати, огірки, перці, черешні, вишні, сливи, абрикоси, груші, яблуни, малина, чорниця, полуниця, гарбузи, дині, кабачки та баклажани. І практично незамінними вони є в запиленні люцерни та червоної конюшини.

Якщо поблизу агрогосподарств є ділянки зі сприятливими умовами для підтримки популяцій диких бджіл та інших комах, то дикі запилювачі починають відігравати провідну роль у процесі запилення агрокультур, а медоносні бджоли їх доповнюють.



16 https://winfreelab.files.wordpress.com/2014/08/garibaldietal2013_science.pdf

Чому дикі бджоли виявилися більш ефективними за медоносну бджолу?

Дикі бджоли мають певні переваги над свійськими:



1. Краща адаптація до умов проживання.

Медоносні бджоли були одомашнені та розповсюдились всіма континентами світу відносно нещодавно. У багатьох місцях планети, куди люди завезли свійських бджіл, умови докільля не дуже придатні для домашніх запилювачів. Вони не встигли пройти той еволюційний шлях, що пройшли їхні аборигенні родичі й змінити свою біологію відповідно до умов, до яких вони потрапили.



2. Еренгокономна зимівля. Медоносна бджола – єдина з усіх видів, що проводить зиму в активному стані. На підтримку своїх сил і тепла у вуликах медоносні бджоли мають витратити багато енергії. Тому вони запасують і консервують на зиму

нектар. Натомість дикі бджоли проводять всю зиму в діапаузі.

3. Дикі бджоли більше орієнтовані на збір пилку. Нектар вони споживають лише в незначній кількості для підтримки сил. Малонектарні сорти рослин не надто привабливі для медоносних бджіл. Існують, наприклад, безнектарні сорти дині, які свійські бджоли не відвідують взагалі. А якщо, наприклад, через посуху виділена нектару квітками вишні в садах знижується, то медоносні бджоли летять на різнотрав'я.



Під час спостережень за одиночними дикими бджолами на ріпакових рапсових полях, виявилось, що вони проводять на квітах більше часу й частіше доторкаються до тієї частини квітки, куди повинен потрапляти пилок. Ймовірність запилення одиночною бджолою квітки ріпаку дослідники оцінили у 71%, тоді як ймовірність запилення медоносними бджолами або джмелями вдвічі менша¹⁷.

4. Анатомічна різноманітність. Довгохоботкові дикі бджоли спеціалізуються на квітах, недоступних для інших запи-

¹⁷ Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: Behavioural differences and diversity responses to landscape, Agriculture, Ecosystems and Environment, 2013, Woodcock B A, Edwards M, Redhead J, Meek M R, Nuttall P, Falk S, Nowakowski M, Pywell R F. DOI: 10.1016/j.agee.2013.03.005



Фото: Antonio Jose Cespedes, Pixabay

ловачів. Ранньовесняні бджоли за рахунок рясного опушення активні навіть за низьких температур і дощової погоди. Значна частина диких бджіл має більшу поверхню для переносу пилку на кошиках лапок, на щіточках черевця, або на всій поверхні тіла вкритого волосками. Деякі види пристосовані розкривати складні квіти, недоступні для медоносних бджіл. Маленький розмір деяких диких бджіл дозволяє їм сідати на кількадециметрові квіти дрібних рослин.



Фото: Frans, CC BY-NC-ND 2.0

Джмелі мають більшу швидкість і дальність лету, вміють працювати в сутінках, мають довший «робочий день», переносять найбільшу кількість пилку в порівнянні з усіма іншими запилювачами. Джмелі також здійснюють запилення за допомогою «гудіння». Збираючи пилок, джміль тримається за квітку й вібрає крильцями з визначеною частотою. Під дією вібрацій активно вивільняється пилок з пильників. Є види рослин, що потребують саме такого запилення. Зокрема, це актуально для томатів та чорниці.

5. Стійкість до хвороб. Дикі бджоли не потерпають від «синдрому раптового руйнування колоній». Серед одиночних бджіл не так активно ширяться інфекційні та паразитичні хвороби, оскільки кожна бджола має окреме гніздо. Рівень зараженості джмелів спільними з медоносною бджолою вірусними захворюваннями набагато нижче. Дикі бджоли не вражаються паразитичним кліщем варроа.



Фото: epitree, CC BY-NC 2.0

6. Кожна дика бджола приймає самостійні рішення. Медоносні бджоли передають інформацію одна одній про місця знаходження найбільшого взятку. Вони зосереджують на таких місцях всю увагу робочих бджіл, прокладають маршрут льоту. Це може бути незручно, коли поруч з великим полем квітучого рапсу знаходиться невеличка посадка фруктових дерев або ягідник. Як правило, такі об'єкти стають для медоносних бджіл менш привабливими, і кількість їх відвідувань зменшується.



У інших запилювачів поживні місця розшуковуються кожною особиною самотійно, окремо від інших. Деякі види не літають на далекі відстані, тому намагаються оселитись ближче до кормових ділянок. Так, території навколо старих садів бувають густо заселені ранньовесняними бджолами з коротким періодом активності приуроченим до цвітіння дерев.

7. Не потребують догляду. Дикі запилювачі не живуть у штучних вуликах. Якщо тільки того не потребують спеціальні заходи зі збільшення кількості певних видів. Зазвичай, вони самотійно облаштовують гнізда в земляних нірках на цінних землях, у гілках, стовбурах старих дерев, у стеблах рослин, у щілинах між камінням, у закинутих будівлях. Вони не потребують підгодівлі, лікування, зимового утеплен-



Фото: Gilles San Martin, CC BY-SA 2.0



Фото: Nigel Jones, CC BY-NC-ND 2.0



Фото: Jasper Nance, CC BY-NC-ND 2.0

ня житла чи іншого спеціального догляду з боку людини.

8. Потрібна менша кількість. На 1 га комахозапильних рослин потрібно розміщувати від 2 до 8 сімей медоносних бджіл. Наприклад, 1 га ріпаку рапсу потребує 4 бджолосім'ї або вдвічі меншу кількість одиноких бджіл. Для запилення 1 га саду потрібно або 2 сім'ї медоносних бджіл, або 530 самок осмії¹⁸. Мінімальна чисельність диких бджіл необхідна для ефективного запилення 1 га люцерни – 1,2-2 тис., медоносних – 4-8 бджолиних сімей (по 50 тис. особин у кожній). Якщо територія сприяє проживанню достатньої кількості спеціалізованих диких запилювачів люцерни, то ця культура взагалі не потребує додаткового запилення медоносними бджолами¹⁹.

¹⁸ Канд. біол. наук. А.Д. Комиссар - <http://honeygarden.ru/bees/108.php>

¹⁹ Жаринов В.И. Система заходів по збереженню і збільшенню оопылителів люцерни / ВНИИТЭИСХ. М., 1980. – 45 с.



Фото: Jack Skipworth, CC BY-NC 2.0

Для запилення гарбуза потрібно від 12 до 15 відвідувань квітки медоносними бджолами, або 2 відвідування земляного джмеля²⁰.

За середніми показниками врожайності плодових, ягідних та олійних культур 200 джмелів справляються з обсягом робіт, який виконують не менше ніж 5 000 домашніх бджіл.²¹

9. Надійність у нестабільних умовах.

Різні запилювачі досягають свого оптимального рівня активності в різний час доби, під час різних погодних умов, у різні місяці вегетативного сезону. Навіть з року в рік найчисельнішими та найефективнішими запилювачами однієї й тієї самої сільськогосподарської культури можуть бути різні комахи-запилювачі. Тому на-



явність різноманітного набору запилювачів з різними характеристиками, різними способами реагування на зовнішні умови буде завжди перевагою для рослинництва та допоможе фермерам мінімізувати ризики, що виникають внаслідок кліматичних змін.

10. Не конкурують з медоносними бджолами. Дикі та керовані запилювачі не заважають, не проявляють агресію один до одного, не конкурують за пилок та нектар. Хоча вони часто відвідують одні й ті самі квіти, роблять вони це не одночасно. Водночас, дикі бджоли часто полегшують для медоносних бджіл завдання з добування нектару, коли розкривають важкодоступні квіти бобових рослин.

Одночасне використання квітів дикими та керованими запилювачами позитивно впливає на ефективність запилення і врожайність рослин.

20 http://djmil.com.ua/wp-content/uploads/2017/02/Pumpkin_Research_12.pdf

21 <http://djmil.com.ua/ru/bio-zapilennya/>



Фото: Eckhard Helmecke, Pixabay



Фото: Charles J Sharp, CC BY-SA 3.0

Проте дикі бджоли не заготовляють мед та віск. Тому медоносна бджола залишається єдиним і незамінним виробником корисних для людини продуктів бджільництва (утім, це вже зовсім інша екосистемна послуга).

12. Підтримують широке різноманіття дикорослих рослин. Еволюція багатьох видів квіткових рослин і комах відбулася спільно. Тому неможливо відділити збереження рослинного різноманіття від збереження тих, від кого залежить генеративне розмноження рослин і поновлення рослинних популяцій.



Фото: Frans, CC BY-NC-ND 2.0



Фото: Melinda Stuart, CC BY-NC-ND 2.0

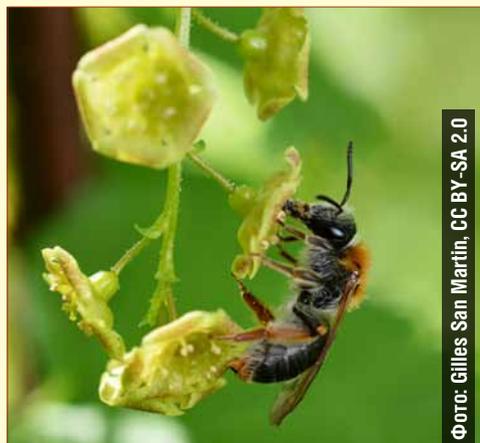


Фото: Gilles San Martin, CC BY-SA 2.0

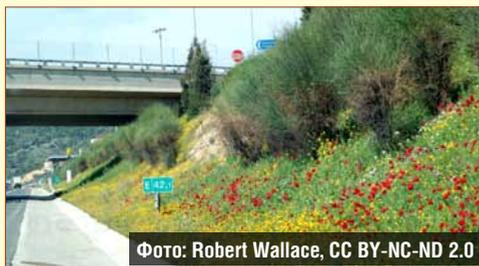


Фото: Robert Wallace, CC BY-NC-ND 2.0

13. Дикі запилювачі створюють візуально естетичний простір у міському середовищі. Там, де немає пасік з медоносними бджолами, підтримка багаторічних самосійних клумб, квітучих рослин у дворах, парках, на газонах, узбіччях доріг залежать виключно від тих комах-запилювачів, що пристосувалися жити в урбанізованих ландшафтах.

Практики підтримки продуктивності запилення

Для збереження екосистемної послуги запилення важливо підтримувати постійний баланс у структурі землекористування між природними та штучно утвореними агрофітоценозами з високим рівнем біорізноманіття.

Наразі у світі здійснюється ціла низка національних програм та міжнародних ініціатив щодо сприяння збереженню запилювачів та ефективній організації запилення, таких як «INTERNATIONAL Pollinators Initiative», «NORTH AMERICAN Pollinator Initiative», «AFRICAN Pollinator Initiative», «SUPER-B – Sustainable Pollination in Europe», «UK Insect Pollinators Initiative», «North American Pollinator Protection Campaign (NAPPC) та інші²².

У рамках цих проектів вивчаються, розробляються та впроваджуються методи, спрямовані на покращення середовища проживання комах-запилювачів в агроландшафтах. Найважливіші серед них – збереження природних територій, створення мікрозаказників, насадження багаторічних смуг з різнотрав'ям посеред посівів або по периметру поля. Це потребує мінімальних витрат, однак збільшує різноманіття та чисельність не тільки запилювачів, але й іншої корисної ентомофауни в сотні й тисячі разів. Крім того, важливим напрямком є забезпечення місць перебування запилювачів від дії пестицидів.

Фермери, які розміщують свої сади та поля в оточенні осередків з широким видовим набором запилювачів завжди отримують економічні переваги над конкурентами, що покладаються тільки на медоносну бджолу.

Щоб запровадити корисні зміни в землекористуванні, треба врахувати кілька принципів:

1. Осередки диких та керованих запилювачів повинні розташовуватись на відстані не далі 1 кілометра (оптимально 500 м), щоб



Фото: NRCS Oregon, CC BY-ND 2.0

не перевищувати дальність лету комах. Надто великі площі агрокультур отримують менш ефективного запилення і меншу врожайність ентомофільних рослин.

2. Видове різноманіття запилювачів збільшуватиметься зі збільшенням кількості видів рослин та різних типів ніш, які комахи можуть зайняти для проживання, гніздування або зимівлі. Таким чином, можна створити осередок для запилювачів з різними корисними якістьми.

3. Соціальні комахи (медоносні бджоли, джмелі) потребують додаткових рослинних ресурсів протягом сезону для нарощування більшої кількості робочих особин. Вони знаходять багату поживу на масово квітучих культурах, але лише на короткий період часу. До того ж, одноманітне харчування послаблює організм комах. Тому треба створювати середовища з безперервним джерелом нектару й



Фото: Rob Cruickshank, CC BY 2.0

22 <https://www.pollinator.org/international>

пилку, де цвітіння рослин буде почергово змінюватись. У тому числі, там мають бути важливі для розплоду пізньоквітучі характерні для місцевості рослини-пилконоси (волошки, підмаренник, полин, зніт, дивина, синяк, усі види пізньоквітучих айстрових рослин і т.д).

4. На природних територіях з осередками запилювачів забороняється застосовувати пестициди. Випас худоби та викошування трав строго регулюються для того, щоб дикорослі рослини мали змогу поновлюватись насінням, а комахи знаходили безпечні місця для створення осель.

Перші мікрозаказники для корисної ентомофауни на території України були організовані ще на початку 70-х років минулого століття, але тоді вони не набули широкого застосування.

З початку 90-х років СВК «Восток» Ізюмського району Харківської досліджує та використовує ентомологічний мікрозаказник, що знаходиться неподалік полів з насінневої люцерною. Завдяки диким



запилювачам урожайність суміжних з мікрозаказником полів щорічно становить 6-11 ц/га. Врожайність на полях без мікрозаказника не перевищує 2,0 ц/га²³.

2018 року ЮНЕП (Програма ООН з навколишнього середовища) ухвалила спеціальні рекомендації для всіх урядів й організацій щодо збереження та використання запилювачів як обов'язкової умови збереження біорізноманіття на планеті.

23 <https://www.syngenta.ua/news/novini-kompaniyi/zberzhennya-dikih-zapilyuvachiv-shlyahi-virishennya>





Фото: Jean and Fred, CC BY 2.0



Фото: Gilles San Martin, CC BY-SA 2.0



Фото: Frans, CC BY-NC-ND 2.0



Фото: Frans, CC BY-NC-ND 2.0

Посилання:

<http://step-project.net/img/uplf/STEP%20brochure%20online-1.pdf> – Status and trends of European pollinators

<http://www.fao.org/3/a-be104r.pdf> – Опылители: заброшенное биоразнообразие, имеющее важное значение для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства.

<http://www.fao.org/3/a-i4242e.pdf> – «Policy Analysis Paper: Mainstreaming of Biodiversity and Ecosystem Services With A Focus On Pollination».

<http://sutsvitya.org/redakce/index.php?subakce=diskuze&lanG=uk&xuser=> Осмії

<https://www.ceh.ac.uk/> – UK Centre for Ecology & Hydrology

<https://agro.guide/zapyliuvachi-entomofahy-ta-bezpechne-vykorystannia-zzr-ia-kyivshchyni-vtiliuiut-metody-staloho-hospodariuvannia-3837/>

<http://dziva.com.ua/category/bio-agro/> – «Жива країна» – спілка науковців, менеджерів і аграріїв, які об'єдналися з метою дослідження, популяризації та впровадження екологічних методів ведення сільського господарства.

Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., Vaissière, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline // *Ecological Economics*, 2008. (doi:10.1016/j.ecolecon.2008.06.014)



Екосистемні послуги. Запилення рослин комахами

Укладач: Любов Ільмінська

Редагування: Василюк Олексій, Тетяна Шаміна

Макет: Надія Антонова

Фото на обкладинці: Светлана Бердник (Pixabay),
Wildlife Terry (CC0 1.0), Gilles San Martin (CC BY-SA 2.0),
Daniela (CC BY-SA 2.0).

Фото на зворотній обкладинці: Frans (CC BY-NC-ND
2.0), pxfuel.com (CC0), Gilles San Martin (CC BY-SA 2.0),
Agroscope (CC BY-ND 2.0), PixelAnarchy (Pixabay).



(C) Л. Ільмінська, 2020

(C) Ukrainian Nature Conservation Group, 2020