

Ekspertyza: Działania dla owadów zapyłających oraz motyli monitorowanych w ramach GBI

Opracowanie:

dr Justyna Kierat¹, dr Joanna Kajzer-Bonk²

¹ Instytut Botaniki, Wydział Biologii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

² Instytut Zoologii i Badań Biomedycznych, Wydział Biologii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Warszawa, 2025



Sfinansowano ze środków
**NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ**

Niniejszy materiał został sfinansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Spis treści

1	Działania służące odbudowie populacji owadów zapylających.....	4
2	Działania służące odbudowie populacji motyli dziennych uwzględnionych w GBI.....	6
3	Podsumowanie	8
4	Literatura.....	10

1 Działania służące odbudowie populacji owadów zapylających

Zgodnie z art. 10 rozporządzenia w sprawie odbudowy zasobów przyrodniczych¹ kraje członkowskie UE, w tym Polska, mają obowiązek monitorowania liczebności i różnorodności owadów zapylających oraz powstrzymania i odwrócenia ich trendu spadkowego. Owady zapylające (zapylacze) to duża i różnorodna taksonomicznie grupa. Obejmują m.in. błonkówki (w tym pszczoły i osy), motyle dzienne i nocne, muchówki (w tym bzygowate), chrząszcze². Zgodnie z proponowaną metodyką unijnego monitoringu zapylaczy (EU PoMS)³, monitoring ma skupiać się przede wszystkim na dzikich pszczołach (tzn. z pominięciem pszczoły miodnej), bzygowatych oraz motylach dziennych i nocnych. Do 2030 należy zatrzymać trend spadkowy. Po tej dacie należy dalej monitorować populacje i doprowadzić do trendu wzrostowego populacji.

Działania korzystne dla zapylaczy (ze szczególnym uwzględnieniem motyli oraz pozostałych grup monitorowanych w ramach EU PoMS), które należy wprowadzać w celu odwrócenia trendów spadkowych ich populacji:

1.1. Redukcja ilości pestycydów

Substancje te szkodzą owadom zapylającym zarówno w dawkach powodujących śmierć, jak i w mniejszych stężeniach, wywołując efekty subletalne takie jak obniżanie odporności na choroby czy zaburzenia orientacji w przestrzeni⁴. Szkodliwe jest nie tylko stosowanie insektycydów, ale również innych typów pestycydów (np. fungicydów, akarycydów)⁵, a łączne stosowanie kilku substancji może mieć silniejszy efekt niż suma efektów każdej z nich oddzielnie (efekt synergistyczny)⁶. Ponadto herbicydy, poza możliwym działaniem toksycznym na owady zapylające, zubażają ich bazę pokarmową, gdyż zwalczane przez nie rośliny uznawane za chwasty są ważnym źródłem pokarmu zarówno osobników dorosłych, jak i ich larw (np. gąsienic motyli). Aplikacja pestycydów poza godzinami aktywności dziennych zapylaczy oraz na uprawy, które w danym momencie nie kwitną, nie wystarcza do ochrony owadów zapylających z kilku powodów: w zależności od czasu rozkładu, pestycydy mogą utrzymywać się w niższych (ale wciąż szkodliwych) stężeniach przez długi czas po aplikacji; osobniki owadów zapylających są obecne na polach nie tylko w ciągu dnia (np. aktywne w nocy ćmy, nocujące na polu dzienne owady); pestycydy mogą przedostawać się z pól uprawnych na sąsiadujące z nimi łąki, pasy kwietne czy też obszary nierolnicze, stanowiące refugia dla zapylaczy. Dodatkowo, należy zachować ostrożność w stosowaniu biopestycydów. Uważa się je za selektywne i bezpieczne dla grup owadów innych niż te zwalczane. Istnieją jednak badania, które wskazują na niewystarczającą wiedzę w tym zakresie, w związku z tym zalecana jest ostrożność zastosowaniu biopestycydów⁷.

1.2. Redukcja zużycia nawozów sztucznych

Przenawożenie siedlisk, w tym sąsiadujących z polami uprawnymi w wyniku np. spływania biogenów z opadami, skutkuje zmianą warunków na nich, w szczególności zmianą i ubożeniem składu gatunkowego roślin⁸.

1.3. Odpowiedni reżim koszenia lub wypasu^{9,10}

Siedliska otwarte wymagają użytkowania, w przeciwnym razie w wyniku sukcesji na przestrzeni kilku-kilkunastu lat zmienia się ich charakterystyka i przestają być odpowiednie dla wielu gatunków terenów otwartych. Z tego powodu konieczne jest prowadzenie na nich wypasu lub koszenia. Z drugiej strony, zabiegi te nie mogą być zbyt intensywne. W przypadku wypasu, kluczowe jest dobranie optymalnej liczby i gatunków zwierząt dla danego obszaru, tak by powstrzymać sukcesję, ale jednocześnie nie dopuścić do nadmiernego spasanania¹¹. Liczba i terminy koszeń powinny z kolei uwzględniać cykl

rozwojowy występujących w siedlisku gatunków zapylaczy, tak by nie pozbawiać siedliska i pokarmu osobników dorosłych ani ich larw. Jeśli w siedlisku występują gatunki rzadkie lub wskaźnikowe, to plan zabiegów powinien być dopasowany przede wszystkim do ich potrzeb. Optymalnym sposobem postępowania, pozwalającym chronić jednocześnie gatunki o różnych wymaganiach, jest rotacyjne wykonywanie poszczególnych zabiegów (np. podział płątu łąki na fragmenty koszone w różnych terminach lub pozostawianie fragmentu pastwiska niewypasanego i zmiana tego fragmentu co roku). W ten sposób generowana jest mozaika siedlisk odpowiednich dla różnych gatunków, oraz w żadnym momencie sezonu całość siedliska nie jest pozbawiona pokarmu (tak jak miałoby to miejsce w wypadku skoszenia całej powierzchni). Bardzo ważnym aspektem jest stosowany sprzęt i technika koszenia, np. należy unikać stosowania kosiarek rotacyjnych i mulczowania¹².

1.4. Mała retencja, zapobieganie suszy oraz ochrona podmokłych siedlisk

Susza jest zjawiskiem niekorzystnym dla zapylaczy ze względu na jej negatywny wpływ na przeżywalność roślin, wytwarzanie kwiatów oraz produkcję nektaru i pyłku¹³. Ponadto część gatunków zapylaczy wymaga obecności siedlisk związanych z wodą, takich jak wilgotne łąki lub zbiorniki wodne (naturalne zagłębienia, śródpolne oczka, starorzecza), gdyż znajdują one tam swoje rośliny pokarmowe lub odbywają rozwój w środowisku wodnym. Istnieje pilna potrzeba przywracania właściwych stosunków wodnych i poziomu wód gruntowych siedliskom poprzez m.in. systemy zastawek do regulacji poziomu wody i zatrzymywania jej w stanach niedoboru. Proces ten jest korzystny dla upraw i różnorodności zapylaczy. Ważnym sposobem zatrzymania wody jest renaturyzacja rzek poprzez spontaniczne lub wspomagane przywracanie naturalnego ukształtowania koryt cieków.

1.5. Walka z gatunkami inwazyjnymi

Gatunki inwazyjne są uważane za jedno z najważniejszych zagrożeń dla bioróżnorodności¹⁴. Problem ten dotyczy również owadów zapylających. Na szczególną uwagę zasługują tutaj inwazyjne gatunki roślin, które, wypierając inne gatunki, zmniejszają liczebność i różnorodność roślin pokarmowych dostępnych dla zapylaczy¹⁵. Część z nich (np. nawłóć kanadyjska czy niecierpek gruczołowaty) kwitnie i jest odwiedzana przez owady zapylające. Zaspokajają one jednak potrzeby pokarmowe zapylaczy w bardzo ograniczonym stopniu i czasie, co nie równoważy strat wynikających z ich obecności w środowisku. Dlatego atrakcyjność dla wybranych grup zapylaczy nie może być argumentem przeciw zwalczaniu gatunków inwazyjnych. Opanowane przez nie siedliska powinny być przywracane do stanu zapewniającego zapylaczom rodzime rośliny pokarmowe. Metody zwalczania należy dobierać indywidualnie do zwalczanego gatunku, tak by osiągać optymalne rezultaty.

1.6. Dywersyfikacja upraw

Ma ona na celu rozbijanie obszarów monokultur, które są niekorzystne dla zapylaczy. Wiele gatunków zapylaczy ma ograniczone możliwości przemieszczania (np. wiele dzikich pszczoł oddala się maksymalnie kilkadziesiąt-kilkaset m od gniazda¹⁶). Sąsiadowanie ze sobą upraw roślin niekwitnących z takimi, które kwitną atrakcyjnie dla zapylaczy, zmniejsza powierzchnię, na której nie będą one mogły znaleźć pokarmu. Sąsiadowanie upraw kwitnących w różnym czasie zmniejsza problem przerw w dostępności pokarmu w trakcie trwania sezonu. Uprawy różnych gatunków, które są atrakcyjne dla owadów i kwitną w jednym czasie, zwiększają różnorodność gatunkową roślin dostępnych dla zapylaczy, co wpływa pozytywnie na ich populacje^{17,18}.

1.7. Dzielenie upraw strukturami takimi jak miedze, zakrzaczenia, zadrzewienia, łąki śródpolne czy oczka wodne, pozostawianie martwego drewna w krajobrazie

Siedliska takie zapewniają bazę pokarmową oraz miejsca gniazdowania dla gatunków o różnych potrzebach i są tym skuteczniejsze, im bardziej różnorodną mozaikę mikrosiedlisk oferują. Stanowią też korytarze ekologiczne ułatwiające przemieszczanie się osobników między większymi płatami korzystnego siedliska. Fragmentacja siedlisk i brak takich korytarzy powoduje, że izolowane populacje są bardziej narażone na wymarcie z powodu zbyt małej liczebności i różnorodności genetycznej, oraz pod wpływem czynników losowych^{19,20}. W przypadku tworzenia tego typu struktur w formie wysiewanych pasów kwiatnych, należy używać gatunków rodzimych bądź archeofitów, najlepiej z lokalnej puli genetycznej.

1.8. Ochrona przed zanieczyszczeniem światłem

Zagrożenie związane ze sztucznym nocnym oświetleniem jest coraz częściej dostrzegane, również w odniesieniu do owadów zapylających²¹. Szczególnie dotyczy ono gatunków aktywnych nocą (np. motyli nocnych), jednak jego wpływ może rozciągać się również na gatunki dzienne²².

1.9. Ograniczanie pogłowia hodowlanej pszczoły miodnej i dbałość o dobre praktyki pszczelarskie, w szczególności zapobieganie i zwalczanie chorób pszczół

Hodowlana pszczoła miodna może stanowić konkurencję pokarmową dla dzikich owadów zapylających²³. Może również stanowić źródło chorób i pasożytów dla innych gatunków, głównie innych gatunków pszczół, choć nie tylko. Problemy te nasilają się przy dużym zagęszczeniu pszczoły miodnej, małych zasobach pokarmowych i/lub niedostatecznej dbałości o zdrowie hodowlanych pszczół.

1.10. Identyfikacja siedlisk szczególnie cennych dla zapylaczy (np. dobrze zachowane łąki o różnej wilgotności, murawy, śródpolne skarpy) i ochrona przed ich zniszczeniem lub przekształceniem, a także utrzymywanie ich jak najlepszej jakości (w szczególności poprzez realizowanie powyższych zaleceń)²⁴

Niewielkie płaty siedlisk, takie jak miedze czy skarpy śródpolne, zwłaszcza na glebach lessowych, ilastych i piaszczystych, mogą być cenne dla zapylaczy jako miejsce żerowania, gniazdowania lub migracji, a pola uprawne mogą dawać pokarm w pewnych okresach (w czasie kwitnienia uprawy). Jednak większe płaty siedlisk cennych dla zapylaczy, szczególnie gatunków wrażliwych lub wyspecjalizowanych w konkretnym typie siedliska, są niezbędne, żeby utrzymać populacje w dobrym stanie i odwrócić trendy spadkowe.

2 Działania służące odbudowie populacji motyli dziennych uwzględnionych w GBI

Wskaźnik Grassland Butterfly Indicator (GBI) to mierzony od 1991 roku wskaźnik liczebności populacji 17 wybranych gatunków motyli dziennych, typowych dla siedlisk otwartych. Siedem z nich jest klasyfikowanych jako generaliści, a dziesięć jako specjaliści. Dane z 18 krajów członkowskich wykazały około trzydziestoprocentowy spadek wskaźnika GBI pomiędzy 1991 a 2020. Jako najważniejsze przyczyny tego spadku wskazuje się intensyfikację rolnictwa i zmiany w użytkowaniu ziemi, prowadzące do utraty i przekształcania siedlisk oraz ich fragmentacji²⁵.

Proponowane działania do wprowadzania na terenach rolniczych, mające na celu odwrócenie trendu spadkowego wskaźnika GBI:

2.1. Redukcja zużycia pestycydów

Przyczyny szkodliwości pestycydów są tu analogiczne do wymienionych w poprzedniej części opinii. Należy podkreślić, że gąsienice motyli wskaźnika GBI żerują również na zielonych częściach roślin, w tym gatunków o niepozornych kwiatach (np. strzępotek ruczajnik na trawach, czerwńczyk żarek na szczawiu), co szczególnie uzasadnia konieczność rezygnacji z użycia pestycydów i powoduje, że aplikacja tylko na niekwitnące rośliny jest niewystarczającą formą ochrony.

2.2. Redukcja zużycia nawozów sztucznych

Przyczyny szkodliwości są analogiczne do wymienionych w poprzedniej części opinii.

2.3. Odpowiedni reżim koszenia lub wypasu

Jakość siedlisk jest jednym z kluczowych czynników dla ochrony populacji motyli²⁶. Szczególnie ważne jest uwzględnienie odpowiednich terminów koszenia dla przetrwania wszystkich stadiów rozwojowych motyli, nie tylko osobników dorosłych pożywiających się na kwiatach.

2.4. Mała retencja, zapobieganie suszy oraz ochrona podmokłych siedlisk

Oprócz powodów wymienionych we wcześniejszej części tekstu, należy zwrócić uwagę na zależność niektórych gatunków motyli wskaźnika GBI od tego typu siedlisk, w szczególności przeplatki aurinii, mającej status EN w czerwonej księdze bezkręgowców Polski²⁷, a także charakterystycznego dla łąk zmiennowilgotnych modraszka nausitosa.

2.5. Dywersyfikacja upraw

Zmniejszenie powierzchni monokultur i wprowadzenie większej różnorodności roślin w środowisku wpłynie pozytywnie zarówno ogólnie na zapylacze, jak i na motyle.

2.6. Dzielenie upraw strukturami takimi jak miedze, zakrzaczenia, zadrzewienia, łąki śródpolne czy oczka wodne

Siedliska takie będą stanowić refugia dla motyli (głównie jako miejsce występowania roślin pokarmowych zarówno dla osobników dorosłych, jak i gąsienic), a także korytarze ułatwiające przemieszczanie między większymi płatami siedliska.

2.7. Identyfikacja i usuwanie gatunków inwazyjnych, w szczególności inwazyjnych gatunków roślin

Przyczyny szkodliwości gatunków inwazyjnych dla motyli ze wskaźnika GBI są analogiczne do wymienionych w poprzedniej części opinii.

2.8. Identyfikacja siedlisk szczególnie cennych dla “wskaźnikowych” motyli i ochrona przed ich zniszczeniem lub przekształceniem, a także utrzymywanie ich jak najlepszej jakości (w szczególności poprzez realizowanie powyższych zaleceń)

Oprócz wyżej wymienionych muraw i łąk, które należą do siedlisk o największej różnorodności zapylaczy, warto podkreślić znaczenie bagien i torfowisk, na skraju których może występować przeplatka aurinia, a także zmiennowilgotnych łąk trzęślicowych zasiedlanych przez modraszka nausitousa. Ten drugi gatunek, jako bardziej powszechny, stanowi dobry wskaźnik do wielkoskalowej ochrony tego typu siedlisk łąkowych.

3 Podsumowanie

Gatunki motyli dziennych monitorowanych w ramach GBI mają dużą rozpiętość wymagań siedliskowych²⁸. Znalazły się tutaj gatunki związane z siedliskami suchymi i ciepłymi (np. modraszek malczyk), ale również wilgotnymi lub podmokłymi (np. przeplatka aurinia, modraszek nausitous); znajdującymi się na wczesnych (np. powszelatek brunatek, powszelatek sertor) lub późniejszych (np. karłatek akteon) stadiach sukcesji; są też generaliści mogący występować w szerokiej gamie siedlisk, takich jak przydroża, skraje lasów, skraje pól, pastwiska i inne (np. karłatek kniejnik, zorzynek rzeżuchowiec). Powszelatki brunatek i sertor wymagają fragmentów odsoniętej gleby z rzadką roślinnością, które są również dobrym siedliskiem do gniazdowania dla wielu pszczoł samotnic. Dla części modraszków ujętych we wskaźniku (np. ariona i nausitousa) istotnym elementem cyklu rozwojowego są interakcje z mrówkami, więc w ich ochronie należy również uwzględnić ochronę mrówek. Wynika z tego, że **motyle należące do wskaźnika GBI można uznać za gatunki parasolowe, czyli takie, których ochrona będzie jednocześnie skutkowała ochroną szerokiego spektrum gatunków owadów zapylających (zarówno innych przedstawicieli motyli dziennych, jak i pozostałych grup), do których ochrony Polska jest zobowiązana artykułem 10 rozporządzenia w sprawie odbudowy zasobów przyrodniczych.**

Najważniejsze zagrożenia, na jakie wystawione jest 17 gatunków motyli ze wskaźnika GBI, dotyczą nie tylko ich, a nawet nie tylko wszystkich zapylaczy, ale są ważnym zagrożeniem dla populacji owadów jako całości²⁹. Należy do nich zmniejszanie, przekształcanie i fragmentacja siedlisk, podaż pestycydów i nawozów sztucznych, wpływ gatunków inwazyjnych. Zanieczyszczenie światłem jest problemem podnoszonym głównie w stosunku do gatunków nocnych. Są jednak badania wskazujące na możliwe rozciąganie się efektów nocnego oświetlenia również na gatunki aktywne za dnia, więc nie można wykluczyć, że problem ten jest przynajmniej w pewnym zakresie istotny również dla motyli dziennych. Konkurencja pokarmowa oraz przenoszenie chorób ze strony pszczoły miodnej są problemami dotyczącymi przede wszystkim dzikie gatunki pszczoł. Oddziaływania te będą prawdopodobnie mieć mniejsze, choć nie zerowe, znaczenie dla motyli dziennych (konkurencja pokarmowa tylko z osobnikami dorosłymi motyli, ograniczone ryzyko przenoszenia chorób ze względu na odległość taksonomiczną^{30,31}).

Rozważając różnice pomiędzy grupami zapylaczy, należy brać pod uwagę, że **motyle dzienne są nie tylko elementem wskaźnika GBI, ale również planowanych wskaźników EU PoMS, ich potrzeby muszą być więc uwzględnione przy maksymalizowaniu obu rodzajów wskaźników.** Ponieważ, jak wyżej wspomniano, rozpiętość wymagań 17 gatunków ze wskaźnika GBI jest duża, to czynniki istotne dla wspierania ich populacji mają znaczenie dla kondycji krajowej populacji fauny motyli.

W praktyce może się zdarzyć, że działania ochronne zmierzające do realizacji różnych cząstkowych celów, spośród wypunktowanych w poprzednich częściach niniejszego tekstu, będą się wzajemnie

wykluczać. Przykładowo, konieczność zwalczania inwazyjnej nawłoci kanadyjskiej może wymagać zwiększenia częstotliwości koszeń. Również gatunki występujące w danym siedlisku mogą różnić się potrzebami (i może to dotyczyć również przedstawicieli tej samej grupy, czyli np. różnych gatunków motyli bądź różnych gatunków pszczoł). Sytuacje, w których trudno pogodzić sprzeczne potrzeby, należy rozpatrywać indywidualnie, w konsultacji ze specjalistami, mając na uwadze długofalowe utrzymanie jak największej bioróżnorodności oraz priorytetową ochronę najbardziej zagrożonych gatunków występujących w danym siedlisku.

Podsumowując, **działania mające na celu zwiększanie populacji motyli tworzących wskaźnik GBI są podzbiorem i istotnym elementem działań mających na celu zatrzymanie i odwrócenie trendu spadkowego populacji zapylaczy monitorowanych w ramach EU PoMS.**

4 Literatura

Pogrubioną czcionką wyróżniono źródła szczególnie ważne dla zagadnień omówionych w niniejszym opracowaniu.

- [1] **ROZPORZĄDZENIE (UE) 2024/1991 PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 24 czerwca 2024 r. w sprawie odbudowy zasobów przyrodniczych i zmiany rozporządzenia (UE) 2022/869.** https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401991
- [2] Zych, M., Denisow, B., Gajda, A., Kiljanek, T., Kramarz, P., Szentgyörgyi, H. 2020. Narodowa Strategia Ochrony Owadów Zapylających. Aktualizacja. *Warszawa: Fundacja Greenpeace.* <https://www.greenpeace.org/poland/narodowa-strategia-ochrony-owadów-zapylających/>
- [3] Pollinator species monitoring (EUPoMS). European Commission. <https://wikis.ec.europa.eu/spaces/EUPKH/pages/23462107/Pollinator+species+monitoring+EUPoMS>
- [4] Tosi, S., Sfeir, C., Carnesecchi, E., & Chauzat, M.P. 2022. Lethal, sublethal, and combined effects of pesticides on bees: A meta-analysis and new risk assessment tools. *Science of the Total Environment*, 844, 156857. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156857>
- [5] Riihimäki, U., de Koning, M., Kaila, L., & Saastamoinen, M. 2025. Effects of fungicide and herbicide on a non-target butterfly performance. *Science of The Total Environment*, 974, 179214. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179214>
- [6] Schuhmann, A., Schmid, A. P., Manzer, S., Schulte, J., & Scheiner, R. 2022. Interaction of insecticides and fungicides in bees. *Frontiers in Insect Science*, 1, 808335. <https://doi.org/10.3389/finsc.2021.808335>
- [7] Cappa, F., Baracchi, D., & Cervo, R. (2022). Biopesticides and insect pollinators: Detrimental effects, outdated guidelines, and future directions. *Science of the Total Environment*, 837, 155714. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155714>
- [8] Ceulemans, T., Merckx, R., Hens, M., & Honnay, O. 2013. Plant species loss from European semi-natural grasslands following nutrient enrichment—is it nitrogen or is it phosphorus?. *Global Ecology and Biogeography*, 22(1), 73–82. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2012.00771.x>
- [9] Bubová, T., Vrabec, V., Kulma, M., & Nowicki, P. 2015. Land management impacts on European butterflies of conservation concern: a review. *Journal of Insect Conservation*, 19, 805–821. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9819-9>
- [10] van Klink, R., Menz, M.H.M, Baur, H., Dosch, O., Kühne, I., Lischer, L., Luka, H., Meyer, S., Szikora, T., Unternährer, D., Arlettaz, R., & Humbert, J.-Y. 2019. Larval and phenological traits predict insect community response to mowing regime manipulations. *Ecol. Appl.*, 29, e01900. <https://www.jstor.org/stable/26669263>
- [11] Kindvall, O., Franzén, M., Askling, J., Forsman, A., Johansson, V. 2022. Subsidized Common Agricultural Policy grazing jeopardizes the protection of biodiversity and Natura 2000 targeted species. *Animal Conservation*. <https://doi.org/10.1111/acv.12773>
- [12] Humbert, J.-Y., Ghazoul, J., Sauter, G.J., & Walter, T. 2010. Impact of different meadow mowing techniques on field invertebrates. *Journal of Applied Entomology*, 134, 592–599. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01503.x>
- [13] Descamps, C., Quinet, M., & Jacquemart, A. L. 2021. The effects of drought on plant–pollinator interactions: What to expect?. *Environmental and Experimental Botany*, 182, 104297. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104297>

- [14] Pereira, H. M., Navarro, L. M., & Martins, I. S. 2012. Global biodiversity change: the bad, the good, and the unknown. *Annual review of environment and resources*, 37(1), 25–50. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-042911-093511>
- [15] Kovács-Hostyánszki, A., Szigeti, V., Miholcsa, Z., Sándor, D., Soltész, Z., Török, E., & Fenesi, A. 2022. Threats and benefits of invasive alien plant species on pollinators. *Basic and Applied Ecology*, 64, 89–102. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.07.003>
- [16] Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S., & Dorn, S. 2010. Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation*, 143(3), 669–676. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>
- [17] Isbell, F., Adler, P. R., Eisenhauer, N., Fornara, D., Kimmel, K., Kremen, C., ... & Scherer-Lorenzen, M. 2017. Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. *Journal of Ecology*, 105(4), 871–879. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12789>
- [18] Fründ, J., Linsenmair, K. E., & Blüthgen, N. 2010. Pollinator diversity and specialization in relation to flower diversity. *Oikos*, 119(10), 1581–1590. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18450.x>
- [19] Thomas, J., & Hanski, I. 1997. Butterfly metapopulation. In: *Metapopulation Biology. Ecology, Genetics, and Evolution*. Edited by Hanski I., & Gilpin M.E., pp. 359–386. <https://doi.org/10.1016/B978-012323445-2/50020-1>
- [20] Polus, E., Vandewoestijne, S., Choutt, J. & Baguette, M. 2007. Tracking the effects of one century of habitat loss and fragmentation on calcareous grassland butterfly communities. *Biodiversity and Conservation*, 16, 3423–3436. <https://doi.org/10.1007/s10531-006-9008-y>
- [21] MacGregor, C. J., Pocock, M. J., Fox, R., & Evans, D.M. 2015. Pollination by nocturnal Lepidoptera, and the effects of light pollution: a review. *Ecological Entomology*, 40(3), 187–198. <https://doi.org/10.1111/een.12174>
- [22] Giavi, S., Fontaine, C., & Knop, E. 2021. Impact of artificial light at night on diurnal plant-pollinator interactions. *Nature Communications*, 12(1), 1690. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22011-8>
- [23] Iwasaki, J. M., & Hogendoorn, K. 2022. Mounting evidence that managed and introduced bees have negative impacts on wild bees: an updated review. *Current Research in Insect Science*, 2, 100043. <https://doi.org/10.1016/j.cris.2022.100043>
- [24] Biegerl, C., Holzschuh, A., Tanner, B., Sponsler, D., Krauss, J., Zhang, J., & Steffan-Dewenter, I. 2025. Landscape management can foster pollinator richness in fragmented high-value habitats. *Proceedings of the Royal Society B*, 292(2040), 20242686. <https://doi.org/10.1098/rspb.2024.2686>
- [25] <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/grassland-butterfly-index-in-europe-1?activeAccordion=>
- [26] Thomas J.A., Bourn N.A. D., Clarke R. T., Stewart K. E., Simcox D. J., Pearman G. S., Curtis R., & Goodger B. 2001. The quality and isolation of habitat patches both determine where butterflies persist in fragmented landscapes. *Proceedings of the Royal Society B*, 268, 1791–1796. <http://doi.org/10.1098/rspb.2001.1693>
- [27] Buszko, J. 2024. Polska czerwona księga zwierząt - bezkręgowce. IOP PAN, Kraków. <https://www.iop.krakow.pl/pckz/opis93f4.html?id=96&je=pl>
- [28] Sielezniew, M., Sielezniew, I. 2024. Motyle dzienne. Multico, Warszawa.
- [29] Kierat, J. 2019. Zagrożone owady: wiemy wystarczająco dużo, by działać. <https://naukadlaprzyrody.pl/2019/07/24/zagrozone-owady-wiemy-wystarczajaco-duzo-by-dzialac/>
- [30] Pislak Ocepek, M., Glavan, G., Verovnik, R., Šimenc, L., & Toplak, I. 2022. First detection of honeybee pathogenic viruses in butterflies. *Insects*, 13(10), 925. <https://doi.org/10.3390/insects13100925>

[31] Nanetti, A., Bortolotti, L., & Cilia, G. 2021. Pathogens spillover from honey bees to other arthropods. *Pathogens*, 10(8), 1044. <https://doi.org/10.3390/pathogens10081044>