

Narodowa Strategia Ochrony Owadów Zapylających

AKTUALIZACJA
wrzesień 2020



Narodowa Strategia Ochrony Owadów Zapylających

AKTUALIZACJA
wrzesień 2020

Autorzy

Marcin Zych

Bożena Denisow

Anna Gajda

Tomasz Kiljanek

Paulina Kramarz

Hajnalka Szentgyörgyi





Czas jest gorący – tak w przenośni, jak i dosłownie! Badania naukowe wskazują, że pogłębiający się kryzys klimatyczny dotyka także tak niewrażliwych procesów w przyrodzie jak zapylenie kwiatów przez zwierzęta. Dodając do tego wcześniej zdiagnozowane zagrożenia, otrzymujemy poważny problem ekologiczny, który należy jak najszybciej rozwiązać – dla dobra planety, ale również nas samych. Aby robić to skutecznie, potrzebny jest dobry plan działania, który pozwoli odwrócić niekorzystne trendy.



Ponad dwa lata temu, dzięki wyłożonej pracy grupy naukowców różnych specjalności, wspieranych przez fundację Greenpeace Polska, udało się stworzyć pierwszą krajową strategię ochrony zapylaczy. Kierując się troską o los populacji zapylaczy w Polsce, przedstawiliśmy dokument opisujący stan wiedzy i definiujący zagrożenia oraz zawierający plan działań, które należy podjąć, aby ochronić przed zdziesiątkowaniem liczne gatunki owadów zapyłających. Dzisiaj, mając nową wiedzę i kolejne doświadczenia, przedstawiamy jego ulepszoną wersję, uzupełnioną między innymi o kwestie związane ze zmianą klimatu.

Plan ten będzie tak dobry, jak jego wykonanie. Aby mógł zostać zrealizowany z sukcesem, konieczne jest uświadomienie sobie, że wymaga to wysiłku nas wszystkich – szczególnie w czasach, gdy ochrona różnorodności biologicznej nie jawi się jako priorytetowy obszar działania państwa. Oznacza to, że także odpowiedzialność za polepszenie sytuacji zapylaczy spoczywa na wszystkich obywatelach. Jeśli nie poczynimy zdecydowanych kroków, aby wdrożyć zaproponowane w Strategii działania, czeka nas katastrofa ekologiczna, której skutki będą odczuwalne nie tylko dla środowiska naturalnego, ale także dla każdego z nas i naszych dzieci.

Ciągle nie jest za późno, Polska może stać się krajem prawdziwie przyjaznym zapylaczom, choć czasu na skuteczne działanie jest coraz mniej!

w imieniu Rady Naukowej Strategii
dr hab. Marcin Zych

Narodowa Strategia Ochrony Owadów Zapylających to ambitny plan, który wyznaczy kierunki ochrony owadów zapylających w Polsce. Podobne strategie są już realizowane m.in. w Irlandii, Wielkiej Brytanii i Norwegii. Dzięki akcji „Adoptuj Pszczolę” wraz z naukowcami, pszczelarzami i wszystkimi, którym nieobojętny jest los tych ważnych dla nas zwierząt, tworzymy ramy dla polskiej polityki ochrony owadów zapylających. W dobie rosnących zagrożeń dla pszczół i innych owadów zapylających, nie możemy sobie pozwolić na brak takiego planu. Po serii debat obywatelskich i ocenie Rady Społecznej Strategia została rozesłana do konsultacji publicznych, w których wzięło udział szeregi instytucji oraz osób indywidualnych. W ostatecznej formie nasz wspólny, obywatelski plan trafi do ministrów właściwych do spraw ochrony przyrody i rolnictwa – gotowy do wprowadzenia w życie. Dlatego w ostatniej części Strategii prezentujemy mapę praktycznych rozwiązań prawnych, których wprowadzenie pozwoli na lepszą ochronę owadów zapylających w Polsce.

Zespół Greenpeace Polska





Spis treści

Rada Naukowa Strategii	7
Rada Społeczna Strategii	8
Wstęp	10
Po co nam zapyłacze?	12
Jakie zwierzęta zapyłają kwiaty naszych roślin?	16
Czego potrzebują zapyłacze?	25
Co zagraża zapyłaczom?	35
Degradacja siedlisk	36
Pestycydy	39
Zanieczyszczenie środowiska	44
Masowa hodowla pszczoł i trzmieli	46
Choroby	47
Zmiany klimatu	53
Interakcje czynników zagrożenia w naturalnym środowisku	63
Jak wspierać populacje zapyłaczy?	67
Wezwanie do działania	86
Bibliografia	95

Rada Naukowa Strategii

prof. dr hab. Bożena Denisow

Katedra Botaniki i Fizjologii Roślin, Zakład Biologii Roślin, Wydział
Biologii Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

dr Anna Gajda

Instytut Medycyny Weterynaryjnej, Katedra Patologii i Diagnostyki
Weterynaryjnej, Pracownia Chorób Owadów Użytkowych, Szkoła
Główna Gospodarstwa Wiejskiego

dr Tomasz Kiljanek

Zakład Farmakologii i Toksykologii, Państwowy Instytut
Weterynaryjny, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

dr hab. Paulina Kramarz, prof. UJ

Instytut Nauk o Środowisku, Uniwersytet Jagielloński

dr hab. Hajnalka Szentgyörgyi

Instytut Botaniki, Wydział Biologii, Uniwersytet Jagielloński

dr hab. Marcin Zych, prof. UW

Wydział Biologii, Ogród Botaniczny, Uniwersytet Warszawski

Rada Społeczna Strategii

dr hab. Małgorzata Bieńkowska

Pracownia Hodowli Pszczół, Instytut Ogrodnictwa Zakład
Pszczelnictwa w Puławach

prof. dr hab. Emilia Brzosko

Instytut Biologii, Zakład Ekologii Roślin, Uniwersytet w Białymstoku

prof. dr hab. Waldemar Celary

Instytut Biologii, Uniwersytet im. Jana Kochanowskiego w Kielcach

prof. dr hab. Bogdan Jaroszewicz

Wydział Biologii, Białowieska Stacja Geobotaniczna, Uniwersytet
Warszawski

Waldemar Kudła

prezes Związku Pszczelarzy Ziemi Legnickiej

Piotr Mrówka

prezes Stowarzyszenia Pszczelarzy Zawodowych

prof. dr hab. Andrzej Posyniak

Zakład Farmakologii i Toksykologii, Państwowy Instytut
Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy

Piotr Skorupa

prezes Stowarzyszenia Pszczelarzy Polskich „Polanka”

prof. dr hab. Piotr Skubała

Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Śląski w Katowicach

dr hab. inż., prof. UR Bogdan Wiśniowski

Katedra Zoologii, Uniwersytet Rzeszowski

prof. dr hab. Michał Woyciechowski

Instytut Nauk o Środowisku, Uniwersytet Jagielloński



Wstęp

Zapylacze to grupa zwierząt umożliwiająca niezakłóconą reprodukcję większości gatunków roślin tworzących ziemskie ekosystemy i będących podstawą naszej diety. Z uwagi na postępującą degradację środowiska (fragmentację siedlisk, nadmierne użycie pestycydów, patogeny, zmiany klimatu) stan populacji zapylaczy może ulec znacznemu pogorszeniu (IPBES, 2016). Niestety, z uwagi na brak długofalowego monitoringu polskiej entomofauny, nie jesteśmy dzisiaj w stanie precyzyjnie określić strat w populacjach owadów zapyłających. Patrząc jednak na opublikowane w 2017 roku dane z niemieckich obszarów chronionych, wskazujące, że w ciągu ostatnich trzech dekad ubyło prawie 80% biomasy owadów latających (Hallmann i in., 2017), z dużą pewnością można określić je jako katastrofalne. Ponieważ zapylanie kwiatów jest kluczowym procesem ekologicznym, utrata zapylaczy negatywnie wpływa na nasze bezpieczeństwo żywnościowe oraz w krótkim czasie może zachwiać stabilnością naszych ekosystemów. Oznacza to, że zapylacze muszą być traktowane jako strategiczny zasób przyrodniczy i należy je chronić. Możemy tego dokonać tylko wtedy, kiedy Polska stanie się krajem przyjaznym tym zwierzętom.

Dokument, który trzymasz w ręku, to początek działań zmierzających w tym celu. Chcemy w nim:

- (1) uświadomić rolę różnorodności i rolę zapylaczy w przyrodzie i naszym życiu,**
- (2) wskazać zagrożenia, których wynikiem jest strata zapylaczy,**
- (3) zaproponować rozwiązania (przyrodnicze, ale także prawne) poprawiające stan populacji zapylaczy, które mogą zostać wdrożone zarówno na poziomie centralnym, jak i przez każdego z Polaków,**
- (4) pokazać luki w naszej wiedzy, które często utrudniają skuteczną ochronę tej ważnej grupy zwierząt.**



Po co nam zapylacze?

Zapylenie kwiatu to proces polegający na przeniesieniu ziarna pyłku z męskich części kwiatu (pręciki) na jego żeńską część (zamię słupka). Zwykle proces ten zachodzi przy udziale zwierząt (zoogamia) lub czynników abiotycznych (wiatr, woda). W efekcie zapylenia w kwiecie dochodzi do zapłodnienia i następującego po nim formowania się nasion i owoców.

Niemal 90% roślin kwiatowych do produkcji nasion wymaga większego lub mniejszego udziału zapylaczy. W naszej części świata, gdzie występuje relatywnie dużo gatunków wiatropylnych, liczba ta jest nieco mniejsza, ale i tak trzy na cztery gatunki roślin rosnących w strefie umiarkowanej to gatunki zapylane przez zwierzęta (Ollerton i in., 2011).

Relacje roślin i ich zapylaczy są niezwykle różnorodne i uważa się je za jeden z istotnych motorów ewolucji roślin kwiatowych i zapylaczy. Nieograniczona dostępność zapylaczy jest warunkiem tego, by rośliny wytworzyły pełnowartościowe owoce i żywotne nasiona. Niezakłócony proces zapylania kwiatów ma też ogromne znaczenie dla ekosystemów, ponieważ to dzięki niemu pojawia się w nich wystarczająca ilość różnorodnych owoców i nasion, pozwalających na odnawianie się populacji roślin. To zaś umożliwia różnym gatunkom dziko

żyjących zwierząt dostęp do wysokiej jakości pożywienia.

Od zarania swych dziejów także człowiek jest uzależniony od roślin jako źródła między innymi pokarmu, lekarstw czy włókien. Biorąc pod uwagę tylko perspektywę ekonomiczną, dla rolników, sadowników i osób zajmujących się uprawą roślin pełne zapylenie oznacza wysokie plony odpowiedniej jakości płodów rolnych, takich jak jabłka czy truskawki, dla konsumentów zaś dostępność szerokiej oferty owoców i warzyw po rozsądnych cenach.

Co prawda nasza dieta bazuje głównie na wiatropylnych zbożach (około 2/3 globalnej wartości plonów; w Polsce około 70% areału zasiewów), jednak pozostałe rośliny uprawne, które zapewniają nam zróżnicowany pokarm, dostęp do witamin, przeciwutleniaczy i innych niezbędnych składników pokarmowych, do należytego plonowania wymagają mniejszego lub większego udziału zapylaczy (Klein i in., 2007). Takie zoogamiczne gatunki stanowią 75% wszystkich roślin uprawnych, a ich plony stanowią 1/3 globalnej wartości produkcji rolnej. Aktywność zapylaczy ma więc swoją wartość monetarną. Szacuje się, że wkład zwierząt zapyłających kwiaty w światową gospodarkę wynosi od 153 do 265 mld euro rocznie (zależnie od metody badawczej) (Gallai i in.,

2019; Jobda, Rzepkowski, 2016). Dla Polski kompleksowe dane nie są znane, jednak biorąc pod uwagę tylko najbardziej rozpowszechnione uprawy, roczny udział zapyłaczy w wartości produkcji rolnej to co najmniej 3–4 mld złotych (Zych, Jakubiec, 2006; Jobda, Rzepkowski, 2016). Tak ważne produkty eksportowe polskiego rolnictwa jak jabłka, maliny, porzeczki czy truskawki zawdzięczamy głównie aktywności zapyłaczy. Bez ich udziału znacząco spada plonowanie ogórków, pomidorów, gryki czy rzepaku. Paradoksalnie, często także dla upraw, w których bezpośrednim pożytkiem nie są owoce czy nasiona, owady zapyłające są niezbędne. Jest tak na przykład w przypadku marchwi, cebuli czy kapusty, u których zapyłacze niezbędne są do pozyskania odpowiedniego materiału siewnego.

Zapyłanie upraw to tylko jedna z wielu korzyści wynikających z działania zapyłaczy. Warto wspomnieć o dzikich gatunkach roślin, które tworzą niepowtarzalny krajobraz naszego kraju, o będących jego istotną częścią kolorowych ogrodach. Ich istnienie w dużej części determinowane jest stabilnością populacji zapyłaczy. Ponad połowa z polskich roślin znajdujących się na Czerwonej Liście to gatunki owadopylne (Zych, Jakubiec, 2008). Ponadto zapyłacze, będąc pożywieniem licznych gatunków ptaków i ssaków, wpływają na stabilność populacji

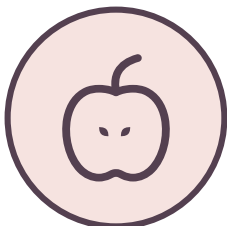
wielu występujących w Polsce zwierząt. Pośrednio wpływa to na atrakcyjność turystyczną Polski, która wciąż przyciąga swoim bogactwem flory i fauny, niespotykanym już w innych krajach Europy. Choć niezwykle trudno wycenić wszystkie korzyści płynące z działalności owadów zapyłających, z uwagi na bezpieczeństwo żywnościowe oraz konieczność zachowania stabilności naszych ekosystemów zapyłacze muszą być traktowane jako strategiczny zasób przyrodniczy i należyćie chronione.



Po co nam zapylacze?



Zapylane przez owady gatunki stanowią **75%** wszystkich roślin w ekosystemach lądowych.



Plony gatunków zależnych od zapylaczy stanowią **1/3** globalnej wartości produkcji rolnej.



Wkład zwierząt zapylających kwiaty w światową gospodarkę wynosi **153–265 mld euro** rocznie (zależnie od metody badawczej)





Jakie zwierzęta zapyłają kwiaty naszych roślin?

Kwiaty dzikich i uprawnych roślin są zapyłane przez zwierzęta reprezentujące różne grupy taksonomiczne. W Polsce zapyłaczami są owady. Należą do nich pszczoły (w tym pszczoła miodna, pszczoły samotnice i trzmiele) i inne błonkówki, muchówki (w szczególności bzygi, ale także przedstawiciele innych rodzin), motyle, ćmy oraz niektóre chrząszcze. Wszystkie te grupy odżywiają się (przynajmniej częściowo) nektarem kwiatowym, niektóre także pyłkiem i zapyłają kwiaty najczęściej właśnie przy okazji zbierania czy spożywania nektaru lub pyłku.

Choć zapyłacze pełnią bardzo istotną funkcję nie tylko w ekosystemach naturalnych, ale także w uprawach, w polskim prawie brak jest definicji owadów zapyłających. Mimo to termin taki pojawia się w oficjalnych dokumentach – na przykład w *Rozporządzeniu dot. integrowanej ochrony roślin* pojawił się zapis dotyczący odpowiedniego doboru środka chemicznego „w taki sposób, aby minimalizować negatywny wpływ zabiegów ochrony roślin na organizmy niebędące celem zabiegu, w szczególności dotyczy to owadów zapyłających...”.

Poniżej przedstawiamy krótką charakterystykę poszczególnych grup owadów zapyłających.



Fot. M. Zych

Pszczoły



Fot. B. Wiśniowski

Inne błonkówki

Poza pszczołami do rzędu błonkoskrzydłych (błonkówek) należą także inne grupy owadów: osy, owadziarki (np. gąsieniczniki) czy rośliniarki, które także mogą zapyłać kwiaty



Motyle

(ok. 3200 gatunków w Polsce)



Fot. CC BY 2.0 S. Rae/Flickr.com

Bzygi i inne muchówki

(ok. 400 gatunków w Polsce)



Fot. M. Zych

Chrząszcze

Pszczoły

Najważniejsze spośród wszystkich zapyłaczy to oczywiście pszczołowate. Są one ewolucyjnie najlepiej przystosowane do zapyłania roślin kwiatowych i często tworzą bardzo ściśle i wyspecjalizowane związki z roślinami owadopylnymi. Jest to wynik faktu, że ewolucja pszczół i roślin spleta się od przynajmniej 100 mln lat, co zapewnia im obopólne korzyści. Pszczoły, zarówno w czasie rozwoju larwalnego, jak i dorosłe, żywią się nektarem i pyłkiem roślin, natomiast rośliny dzięki pszczołom mają pewnego i skutecznego zapyłacza.

Najbardziej rozpoznawalnym gatunkiem w tej grupie jest pszczoła miodna (*Apis mellifera*), hodowana od tysiącleci przez człowieka przede wszystkim dla pozyskania miodu, ale także wosku i coraz częściej też pierzgi czy pyłku oraz wykorzystywana komercyjnie do zapyłania wielu upraw. Do grupy tej należą również trzmiele, które w ostatnich latach często są wykorzystywane do zapyłania upraw, głównie szklarniowych, takich jak pomidory czy papryka. Zarówno trzmiele, jak i pszczoły miodne to owady socjalne, tworzące mniej lub bardziej rozbudowane rodziny z wyraźnym podziałem pracy i opieką nad potomstwem. Rodziny te liczą zwykle do kilkuset osobników w przypadku trzmieli i nawet ponad 70 000 u pszczoły miodnej. Żyją albo przez jeden

sezon (trzmiele), albo przez kilka lat (pszczoła miodna).

U trzmieli cały cykl rozwojowy zaczyna się wczesną wiosną, kiedy młode samice (matki), zapłodnione poprzedniego lata, wychodzą z miejsc, w których przetrwały zimę w hibernacji. Intensywnie zaczynają żerować, zbierając siły i zasoby do stworzenia nowej rodziny. Kiedy matka znajdzie odpowiednie miejsce na gniazdo – norkę opuszczoną przez gryzonie, usypisko kamieni, dziuplę – zaczyna znosić do niej nektar i pyłek, tworząc pierwsze komórki lęgowe. Początkowo dogląda wszystkiego samodzielnie, trwa to do momentu pojawienia się pierwszych córek-robotnic, które przejmują jej obowiązki w gnieździe. Od tej chwili to one dbają o rozbudowę i aprowizację gniazda, rolą matki jest wyłącznie składanie jaj. W połowie lata matka obok zapłodnionych jaj, z których wylęgają się robotnice, a później młode matki, składa także jaja niezapłodnione. Z nich wylęgają się samce. Wkrótce zarówno samce, jak i młode matki opuszczają gniazdo, aby znaleźć partnerów. Po lotach godowych zapłodnione młode matki intensywnie żerują na kwiatkach, aby zgromadzić zapasy, które pozwolą przetrwać im zimę. W tym czasie stara rodzina ginie, jej los dzielą także samce. Młode zapłodnione matki przygotowują się do hibernacji, najczęściej w podziemnych norach,

aby wiosną poszukać miejsca na nowe gniazdo.

W Polsce występuje około 30 gatunków trzmieli, wszystkie objęte są ochroną. To niezwykle efektywne zapylacze, ponieważ przenoszą na swych ciałach duże ładunki pyłku i odwiedzają kwiaty nawet w bardzo niekorzystnych warunkach pogodowych – potrafią pracować nawet w temperaturze bliskiej 0°C (Goulson, 2003).

Znakomita większość gatunków dziko żyjących pszczoł to tak zwane pszczoły samotne, które nie zakładają rodzin pszczelich, a samice indywidualnie konstruują gniazda, w których składają jaja. Takie pszczoły wychowują swoje potomstwo bez pomocy robotnic, każda samica jest płodna i nie tylko składa jaja, ale także zbiera pokarm dla swojego potomstwa, choć nie opiekuje się już rozwijającą się larwą. Miejsce i materiał do budowy gniazda może być bardzo różny. Najczęściej są to jamki w ziemi, ale także suche źdźbła traw i innych roślin, otworki w drewnianych ścianach lub belkach, konstrukcje ulepione z gliny, żwiru lub przeżutych liści.

Pomimo że samotne pszczoły stanowią większość gatunków pszczoł, to są one mniej znane, niewiele wiadomo także o liczebności ich populacji. W Polsce żyje blisko 480 gatunków pszczoł. Zdecydowaną większość stanowią gatunki samotne, zaledwie kilkadziesiąt gatunków pszczoł

należących do dzikich rodzin smuklikowatych oraz trzmieli to gatunki społeczne.

Wielkość ciała pszczoł samotnic może być bardzo zróżnicowana – od zaledwie 4 mm długości (niektóre samotki, *Hylaeus*), do ponad 35 mm w przypadku zadrzechni (*Xylocopa*). Owady te mają także różne strategie pokarmowe. Znajdziemy wśród nich ścisłych specjalistów odżywiających się pyłkiem tylko jednego gatunku (rodzaju) roślin, jak i generalistów, którzy, tak jak trzmiele, odwiedzają setki różnych roślin pokarmowych. Dzikie gatunki pszczoł są niezwykle skutecznymi zapylaczami, zwykle przewyższającymi efektywnością pszczołę miodną. Badania prowadzone w sadach jabłoniowych wykazały, że pojedyncza samica murarki (*Osmia cornuta*) wykonuje pracę setek pszczoł miodnych i zaledwie 530 tych owadów wystarcza do skutecznego zapylenia jednego hektara sadu (Vicens i in., 2000). Dzikie pszczołowate zapylają także rośliny, których nie odwiedza pszczoła miodna. Na przykład w łąkowych ekosystemach środkowoeuropejskich dzikie pszczoły odwiedzały 95% wszystkich kwitnących gatunków, podczas gdy pszczoła miodna o ponad połowę mniej (Steffan-Dewenter, Tschardtke, 2000). Globalnie, w przypadku naturalnych i półnaturalnych ekosystemów zaledwie 5% gatunków roślin odwiedzanych jest wyłącznie przez pszczołę miodną, a w 1/3

badanych ekosystemów takie odwiedziny nie były nigdy notowane (Hung, 2018). Dotyczy to także roślin uprawnych. W dużym eksperymencie przeprowadzonym na 600 polach doświadczalnych 41 różnych upraw wykazano, że we wszystkich przypadkach wzrost plonów był skorelowany ze zwiększeniem intensywności odwiedzin dzikich owadów zapyłających. Dla pszczoł miodnych takie wyniki zanotowano zaledwie w 14% przypadków (Garibaldi i in., 2013). Inne badania pokazały, że obecność pszczoł miodnych na uprawach, przy braku lub obniżeniu liczebności innych dzikich zapyłaczy powodowała znaczące obniżenie jakości plonu i liczbę zawiązanych owoców lub nasion (Garibaldi i in., 2011). Pokazuje to, że dla stabilności procesu zapylania niezbędna jest duża różnorodność zapyłaczy, a skuteczne zapylanie roślin nie może być osiągnięte wyłącznie poprzez zwiększenie liczby rodzin pszczoły miodnej czy innych owadów hodowlanych.

Inne błonkówki

Poza pszczołami do rzędu błonkoskrzydłych (błonkówek) należą także inne grupy owadów: osy, owadziarki (np. gąsieniczniki) czy rośliniarki, które także mogą zapylać kwiaty. Choć na przykład osy kojarzą się nam jako drapieżniki świata owadziego, dorosłe osobniki korzystają również z nektaru jako źródła

paliwa do lotu. Natomiast swoje larwy karmią białkiem pochodzącym najczęściej z upolowanych owadów. W Polsce najważniejszymi zapyłaczami z grupy innych błonkówek są gatunki z rodziny grzebaczowatych (*Sphecidae*) i odrętwiaczowatych (*Crabronidae*), które podobnie jak pszczoły samotne nie tworzą rodzin i gniazdują najczęściej w ziemi.

Motyle

Motyle to kolejna powszechnie występująca (3200 gatunków w Polsce) i dobrze znana grupa zapyłaczy. W porównaniu z pszczołami są grupą bardziej bogatą gatunkowo, a także lepiej rozpoznawalną, głównie ze względu na atrakcyjny wygląd wielu gatunków. Większość dorosłych form motyli to zapyłacze, choć nie korzystają z nektaru i pyłku w okresie rozwoju larwalnego. Mogą wówczas zjadać kwiaty i całe kwiatostany, przez co bywają postrzegane jako owady niekorzystne dla człowieka, szczególnie jeśli żywią się sokami czy tkankami roślinnymi (np. liśćmi) gatunków uprawnych. Niektóre gatunki jako larwy są drapieżnikami lub pasożytami gniazd mrówek. Pewne gatunki motyli mogą też przeżyć bez nektaru kwiatowego, korzystając z soków dojrzałych owoców. Choć są często spotykanymi i w wielu przypadkach wyspecjalizowanymi zapyłaczami niektórych gatunków roślin, nie są tak ściśle

związane z kwiatami jak wcześniej wspomniane pszczołowate. Ich efektywność w przenoszeniu pyłku jest najwyższa w przypadku roślin o długich rurkach kwiatowych, takich jak na przykład goździki (*Dianthus*). Ważną grupę motyli stanowią gatunki o aktywności głównie nocnej, określane jako ćmy. Zapyłają one przede wszystkim wąską grupę roślin kwitnących nocą, ale mogą być ważnymi zapyłaczami także dla niektórych dziennych kwiatów. Rośliny najczęściej odwiedzane przez ćmy to gatunki pachnące o zmroku, produkujące dużo nektaru. Ćmy mają bardzo długi języczek (organ przystosowany do pobierania pokarmu), nieraz dłuższy niż ich ciało, dlatego mogą korzystać z kwiatów o głębokich i wąskich koronach, niedostępnych dla pszczół.

Bzygi i inne muchówki

Bzygi (inaczej bzygowate) to muchówki należące do rodziny *Syrphidae*, często mylone z pszczołami i osami z powodu mimikry upodabniającej je do żądłówek. Dorosłe bzygi często są nektarożerne, natomiast larwy mogą być drapieżne. Badania porównawcze wskazują, że choć związek między bzygami i kwiatami jest zazwyczaj mniej ścisły niż między pszczołami a zapyłanymi przez nie kwiatami, to właśnie bzygi są drugą najważniejszą grupą zapyłaczy. Dla niektórych roślin mogą być bardziej efektywne

w przenoszeniu pyłku niż pszczołowate. W Polsce liczba gatunków bzygów jest porównywalna z pszczołami – mamy ich w kraju ok. 400. Oprócz bzygów do grupy owadów zapyłających można zaliczyć także liczne gatunki innych muchówek, między innymi z rodzin bujanekowatych (*Bombyliidae*), muchowatych (*Muscidae*), plujkowatych (*Callipohoridae*) czy rączycowatych (*Tachinidae*). Mimo że trudno określić, ile gatunków tych owadów odwiedza kwiaty, w niektórych antropogenicznych siedliskach w naszym kraju to właśnie muchówki mogą stanowić przeważającą liczebnie grupę zapyłaczy (Jędrzejewska-Szmek, Zych, 2013). Są one także ważnymi zapyłaczami roślin uprawnych, na przykład rzepaku, marchwi czy cebuli (Rader i in., 2008). Wiele pospolitych, dzikich gatunków roślin o łatwo dostępnych, talerzykowatych kwiatach jest zapyłanych właśnie przez muchówki (Zych i in., 2007; Niemirski, Zych, 2011).

Chrząszcze

Ewolucyjnie najstarszymi zapyłaczami na świecie wcale nie są pszczoły, ale chrząszcze. Zanim pojawiły się pierwsze pszczoły, chrząszcze już przenosiły pyłek roślin. Jednak żadna z grup chrząszczy nie przystosowała się do zapyłania w takim stopniu jak pszczołowate. Do dziś, podobnie jak wiele muchówek, zapyłają

one raczej rośliny o łatwo dostępnych, talerzykowatych kwiatach, takich jak np. baldaszkowate czy grzybienie (zwane liłiami wodnymi). Można je także spotkać na kwiatach odwiedzanych przez pszczoły, np. na mniszku.

Warto zauważyć, że bez względu na to, o jakiej grupie dzikich zapylaczy jest mowa – trzmielach, samotnych pszczołach czy muchówkach, są to owady działające lokalnie, w niewielkiej odległości od źródeł pokarmu czy miejsc lęgowych. Różni je to od hodowlanej pszczoły miodnej, której rodziny można przemieszczać w zależności od potrzeb pszczelarza lub rolnika wykorzystującego pszczoły do zapylania konkretnych upraw. Jest to ważne w kontekście działań na rzecz zapylaczy, które niekoniecznie są tożsame w przypadku tych dwóch grup owadów. W przypadku pszczoły miodnej oznacza to bowiem najogólniej poprawę warunków hodowli, natomiast w przypadku dzikich gatunków – poprawę jakości miejsc ich bytowania, więc zarówno środowiska naturalnego, jak i rolniczego (Geldmann, González-Varo, 2018).



Definicja owadów zapyłających

W polskim prawie brak jest definicji owadów zapyłających. W publikacjach naukowych pojęcie „owady zapyłające” odnosi się do owadów biorących udział w zapyłaniu roślin poprzez przenoszenie pyłku z pylników na znamię słupka. Powszechnie do owadów zapyłających zalicza się „pszczoły” (w tym wypadku chodzi z reguły wyłącznie o pszczołę miodną) i „nie-pszczoły”: trzmiele (które także są pszczołami!), muchówki (w tym bzygi), motyle i osy. W polskich przepisach prawnych najwięcej uwagi poświęcono pszczole miodnej (łac. *Apis mellifera*), która zgodnie z art. 2 ust. 1 pkt h Ustawy o organizacji hodowli i rozrodzie zwierząt gospodarskich (dalej jako u.o.h.) jest zaliczana do zwierząt gospodarskich. Przepisy nie odnoszą się w sposób zindywidualizowany do pozostałych owadów zapyłających, stąd też należy przyjąć, że każdorazowo, kiedy zapisy ustawy odnoszą się do szerokiej kategorii „zwierząt”, dotyczą wszystkich owadów zapyłających.

Na marginesie należy nadmienić, że w polskim prawodawstwie brak jest także ustawowej definicji zwierzęcia, a art. 1 ust. 1 Ustawy o ochronie zwierząt (dalej jako u.o.z.) wskazuje jedynie, że zwierzę jest istotą żyjącą, zdolną do odczuwania cierpienia, nie jest rzeczą. Jednak zgodnie z ust. 2 powyższego przepisu w sprawach nieuregulowanych odnośnie do zwierząt stosuje się odpowiednie przepisy dotyczące rzeczy. Zgodnie ze Słownikiem Języka Polskiego zwierzę to każde żywe stworzenie oprócz człowieka. W związku z powyższym należy przyjąć, że owady zapyłające są zwierzętami, a – dodatkowo – pszczoła miodna jest również zwierzęciem gospodarskim. Polskie prawodawstwo posługuje się również pojęciem „organizmów pożytecznych”, do których zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym integrowanej ochrony roślin zalicza się, w szczególności, owady zapyłające (Fundacja Frank Bold, 2018).

Rekomendacje

Wprowadzenie zapisu do Ustawy o ochronie przyrody (dalej jako: u.o.p.) chroniącego owady zapylające (pszczołowate) jako strategiczny zasób środowiska. Na gruncie u.o.p. należy rozważyć zasadność wprowadzenia nowego Rozdziału (np. Rozdziału 4a Ochrona owadów zapylających i stref ekotonowych), którego celem będzie zgromadzenie przepisów zapewniających odpowiedni poziom ochrony przyrody w zakresie, w jakim ochrona ta jest powiązana z ochroną owadów zapylających i ich siedlisk. W takim rozdziale można umieścić szczegółowe postanowienia dotyczące: zakazu wypalania stref ekotonowych (stref przejścia pomiędzy biocenozyami), nakazu pozostawiania stref ekotonowych, obowiązków gmin w zakresie uwzględniania strategii i programów ochrony owadów zapylających w aktach planowania przestrzennego na szczeblu gminy, np. w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (Fundacja Frank Bold, 2018).





Czego potrzebują zapylacze?

Podstawowymi czynnikami wpływającym na różnorodność i liczebność owadów zapyłających są zasoby pokarmu (ilościowe i jakościowe) oraz jego dostępność. Zapylacze nie są w stanie przetrwać, jeśli pokarmu zabraknie na jakimkolwiek etapie ich rozwoju osobniczego (Alaux i in., 2010).

Rośliny dostarczające pokarmu owadom określane są mianem flory pożytkowej, a produkowane w kwiatach roślin okrytonasiennych nektar i pyłek (tzw. nagroda kwiatowa) jest dla wielu zapylaczy jedynym dostępnym pokarmem. Dostarczają go głównie kwiaty gatunków owadopylnych, które w strefie klimatu umiarkowanego stanowią ok. 78% roślin. Kwiaty te produkują zarówno nektar, jak i pyłek (np. rzepak, jabłoń, koniczyna, wrzos) lub tylko pyłek (np. zawilec, mak, dziurawiec, łubin). Pszczoła miodna, ale również inne żądłówki, w tym osy i grzebaczki, korzystają również ze spadzi, która wytwarzana jest z soków roślinnych przez mszyce lub czerwce. Motyle i muchówki mogą korzystać także z soków dojrzałych owoców i innych substratów pokarmowych, takich jak odchody zwierząt czy padlina.

Florę pożytkową, zwaną często bazą pożytkową owadów, stanowią gatunki występujące w zbiorowiskach naturalnych (łąkowe, leśne) oraz gatunki uprawiane przez człowieka (rzepak, gatunki

sadownicze, zieleń miejska). Należą do niej też spontanicznie rozwijające się rośliny na siedliskach przekształconych przez człowieka antropogenicznie przekształconych, np. na terenach ruderalnych, kolejowych, miedzach, przydrożach. Z uwagi na porę występowania pożytków w okresie sezonu wegetacyjnego rozróżniamy pożytki: wczesnowiosenne, wiosenne, późnowiosenne, letnie, późnoletnie i jesienne.

Stan flory pożytkowej we współczesnym krajobrazie jest pochodną wielokierunkowych przemian cywilizacyjnych oraz silnej presji na wzrost produkcji rolniczej. Wśród największych zagrożeń dla różnorodności flory pożytkowej należy wymienić: intensyfikację technologii stosowanych w rolnictwie i ogrodnictwie, nadmierną chemizację (stosowanie nawozów mineralnych oraz herbicydów), degradację tzw. stref buforowych (miedz, zadrzewień śródpolnych). W Europie Zachodniej wymienione czynniki, nieodłącznie związane z intensyfikacją rolnictwa, spowodowały zniszczenie wielu biocenoz oraz ostoi roślinności pożytkowej i przyczyniły się do pogłębiania problemów wynikających z gwałtownego spadku różnorodności zapylaczy (Carvalho, 2014).

Tendencje występujące we współczesnym rolnictwie można traktować jako zapowiedź tego, że również w Polsce

możliwa jest utrata znacznej części zasobów przyrodniczych, czyli sytuacja, która znana jest z krajów Europy Zachodniej. Jeszcze w latach 80. ubiegłego wieku poza roślinami uprawnymi rolniczymi i ogrodnictwem pszczoła miodna oraz dzikie owady zapyłające korzystały z pokarmu produkowanego w kwiatkach roślin synantropijnych. Występowały one powszechnie na miedzach, przydrożach lub w uprawach jako tak zwane rośliny segetalne (określane także mianem chwastów polnych: np. chaber bławatek, gorczyca polna, rzodkiew świrzepa). Na terenach rolniczych polski chwasty stanowiły, zależnie do sezonu, 20–50% źródeł miesięcznych zbiorów pszczoły miodnej. Obecnie ta część flory pożytkowej drastycznie zmalała – głównie ze względu na używanie pestycydów i herbicydów oraz degradację i zmniejszenie płatów roślinności pożytkowej pomiędzy uprawami (Jachuła i in. 2018).

Owady w drodze ewolucji przystosowały tempo swojego rozwoju do zwiększających się systematycznie od wiosny do lata zasobów dostępnego pokarmu. Harmonia ta została znacznie zachwiana na skutek przemian gospodarczych i intensyfikacji rolnictwa. Aktualnie zasoby pokarmu zmieniają się w niekorzystnym dla zapylaczy rytmie. Zmiany w dostępności pożywienia dla zapylaczy rozpoczęły się w okresie transformacji ekonomicznej

w latach 90. ubiegłego wieku. Wówczas nastąpiły w Polsce istotne przeobrażenia w strukturze zasiewów oraz sposobie użytkowania gruntów, przez co największą grupę upraw stanowią obecnie wiatropylne zboża, które zajmują ok. 70% powierzchni gruntów ornych (GUS 2015). Anemofilne (wiatropylne) kwiaty zbóż nie produkują nektaru, a ich pyłek jest sypki i łatwo wywiewany przez wiatr, przez co owady są go w stanie wykorzystać tylko w ograniczonym zakresie. Wielkoobszarowe monokultury upraw roślin owadopylnych (np. rzepak, rośliny sadownicze) dostarczają owadom pożądaną ilość nektaru i pyłku, ale jest to pożytek krótkoterminowy, trwający tylko około trzech tygodni. Wówczas występuje nadmiar pokarmu, ale po tym okresie na dużych obszarach owady są pozbawione pożywienia, ponieważ powierzchnie występowania innych kwitnących w tym okresie roślin są zbyt małe, aby zaspokoić potrzeby pokarmowe zapylaczy. Wyrażnie zmniejszyła się też powierzchnia upraw roślin bobowatych (takich jak np. lucerna), co powoduje spadek liczebności trzmieli i innych owadów wyspecjalizowanych w zapylaniu tej grupy roślin.

Jednocześnie, cechą krajobrazu rolniczego Polski jest ciągle duże bogactwo gatunkowe roślin pożytkowych, występujących na siedliskach synantropijnych. Przykładowo, na miedzach

południowo-wschodniej Polski notuje się 225 gatunków dostarczających nektaru i/ lub pyłku. Niestety, niepokojącym zjawiskiem jest niska różnorodność biologiczna flory pożytkowej, mierzona takimi wskaźnikami jak wskaźnik różnorodności (H') i równomierność struktury zgrupowania (J'). Oznacza to, że liczebność populacji (= stopień pokrycia terenu) gatunków pożytkowych w płatach zbiorowisk roślinnych jest niewielka, zwykle nie przekracza 10–20% powierzchni płatów (Denisow, Wrzesień, 2015; Wrzesień, Denisow, 2016). Obserwowane upraszczanie się składu gatunkowego płatów roślinności jest konsekwencją wzrostu zawartości składników mineralnych pochodzących z nawozów sztucznych, w tym azotu. W latach 2005–2015 zużycie nawozów NPK wzrosło w Polsce o niemal 30% z 102,4 kg NPK/ha do poziomu 130 kg NPK/ha. Zmiany ilościowe składników mineralnych w glebie powodują wypieranie rodzimych roślin pożytkowych przez ekspansywne gatunki lepiej przystosowane do nowych warunków, takie jak trawy (trzcina pospolita – *Phragmites australis*, trzcinnik piaskowy – *Calamagrostis epigeios*), bylica – *Artemisia* oraz pokrzywa – *Urtica* (Wrzesień i in., 2016). Te wiatropylne gatunki są bezwartościowe jako źródło pokarmu dla dorosłych zapylaczy, choć mogą stanowić bazę pokarmową dla niektórych stadiów larwalnych, np. motyli oraz materiał

gniazdowy dla pszczoł samotnych. Poważne zagrożenie dla różnorodności pożytków stanowią też rośliny inwazyjne, które zagłuszają i wypierają roślinność rodzimą. Na siedliskach synantropijnych (silnie zmienionych przez działalność człowieka) niektóre ekspansywne gatunki wieloletnie (np. nawłóć – *Solidago*, rdestowiec – *Reynoutria*) tworzą zwarte zbiorowiska i potęgują problemy wynikające z okresowego nadmiaru pokarmu lub braku pokarmu dla owadów. Przykładowo, płaty roślinności opanowane przez nawłóć ubożeją florystycznie i dostarczają pokarmu dopiero w okresie późnoletnim. Do czasu ich kwitnienia na dużych obszarach występują braki pokarmu, co pociąga za sobą również wzrost śmiertelności dzikiej entomofauny zapyłającej (Moroi i in., 2009). Szczególnie niepokojące jest szybkie powiększanie się liczby stanowisk oraz powierzchni opanowanych przez gatunki z rodzaju *Solidago* na Dolnym Śląsku, w Wielkopolsce, Małopolsce oraz na Lubelszczyźnie (Denisow, Wrzesień, 2015; Dajdok, Wuczyński 2008). Ekspansji i rozprzestrzenianiu się gatunków inwazyjnych sprzyja zaniechanie wypasu i wykaszania, praktykowane w przeszłości, co zwiększało różnorodność roślin na danym terenie, w tym również bazy pożytkowej. Zagrożenie dla bioróżnorodności rodzimej flory pożytkowej, szczególnie

w lasach stanowi robinia akacjowa – *Robinia pseudoacacia*. Jest to gatunek miododajny, który pszczelarzom może zapewnić zbiory miodu, ale w biotopach naturalnych jego rozprzestrzenianie się wyraźnie ogranicza występowanie innych gatunków pożytkowych; pod okapem koron robinii akacjowej rozwijają się jedynie gatunki azotolubne (np. pokrzywa – *Urtica*, glistnik jaskółcze ziele – *Chelidonium majus*, które nie dostarczają nektaru), w konsekwencji ubożeje flora pożytkowa dzikich zapylaczy.

Problemy z dostępem pokarmu dla zapylaczy pogłębiane są przez niekorzystne przekształcenia roślinności zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych. Zmiany w sposobie gospodarowania i użytkowania łąk, muraw oraz lasów prowadzą do degradacji składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych i wymierania gatunków pożytkowych. Intensyfikacja użytkowania łąk (np. nadmierne nawożenie) wpływa na dominację pojedynczych gatunków, głównie traw. Coraz wcześniejsze terminy koszenia łąk (niegdyś zwykle w drugiej połowie czerwca, obecnie już często w połowie maja) powodują, że pożytkodajne rośliny dwuliścienne nie mają szansy zakwitnąć przed pierwszym pokosem. Zaniechanie użytkowania łąk i muraw (np. wypasu, koszenia) powoduje zubożenie składu gatunkowego, prowadzi do stopniowego zaniku cennych osto-

flory pożytkowej muraw oraz ich samostnego przekształcenia w zbiorowiska zaroślowe o niewielkim udziale gatunków pożytkowych (Ziaja i in. 2018).

Konsekwencją przebudowy składu florystycznego zbiorowisk naturalnych oraz ich fragmentacji jest występowanie tzw. pustyni pokarmowych, a także zbyt monotonna, uboga dieta owadów. Szczególnie niebezpieczne dla rozwoju i kondycji owadów są niedobory pokarmu pyłkowego. Pyłek jest dla owadów głównym źródłem białka. W zależności od gatunku, stanowi ono 10–60% masy pyłku, który zawiera też węglowodany (20–50%), tłuszcze, mikro- i makroelementy, hormony, witaminy. Ostatnie badania dowodzą, że jednorodna dieta pyłkowa może prowadzić do niedoborów niektórych składników mineralnych, np. pyłek słonecznika zawiera bardzo małe ilości fosforu. W diecie pyłkowej owadów bytujących we współczesnym krajobrazie rolniczym stwierdzono też znaczne niedobory sodu, siarki, miedzi, fosforu, potasu oraz cynku i azotu (Filipiak i in., 2017). Niedobory składników pokarmowych są konsekwencją przewagi wielkoobszarowych monokultur i występują również na obszarach upraw uznawanych za dobre rośliny nektarujące i pyłące.

Kolejnym, bardzo istotnym zagrożeniem dla ochrony zasobów pokarmowych owadów zapyłających może się okazać

postępujące ocieplenie klimatu. Łagodne zimy powodują przyspieszenie wegetacji roślin, których kwitnienie przestaje być skorelowane z rozwojem owadów. Coraz częstsze są okresy susz, spowodowane niskimi opadami (np. opady o 56–91% niższe niż średnia wieloletnia), co istotnie ogranicza produkcję pyłku. Brak opadów znacznie obniża też zagęszczenie roślin. Stąd, w warunkach suszy, w porównaniu do lat o przeciętnych warunkach atmosferycznych, następuje spadek zasobów pokarmu, np. wydajność pyłkowa spada o 30–80% z jednostki powierzchni, co może potęgować braki pożywienia (Denissow, Wrzesień, 2015).

Znaczne braki pokarmu dla owadów zapyłających występują w okresie wczesnowiosennym (kwiecień). W okresie tym wystarczająca ilość pożytków występuje tylko na terenach obfitujących w zarośla wierzbowe. Obfitość pokarmu wzrasta pod koniec kwietnia (kwitnienie plantacji porzeczki czarnej, roślinności runa lasów grądowych) oraz w maju (kwitnienie rzepaku ozimego i drzew owocowych, gatunków ozdobnych). Niestety, już w trzeciej/czwartej dekadzie maja, po zakończeniu kwitnienia gatunków sadowniczych oraz rzepaku, a przed zakwitaniem gatunków kwitnących późną wiosną (malina, krušina, roślinność łąk) występuje luka w dostępie do pokarmu.

W okresie pożytków letnich (połowa

czerwca / połowa lipca) zasoby pokarmowe znacznie różnią się pomiędzy regionami. Zadowalające są na terenach upraw rzepaku jarego, roślin strączkowych (np. fasola wielkokwiatowa), nasiennych upraw warzyw (np. cebula). W okresie tym pokarmu nektarowego i pyłkowego dostarczają też lipy oraz rośliny synantropijne. Po przekwitnięciu tych gatunków następuje gwałtowne załamanie w dostępności pokarmu dla zapyłaczy. Zasoby pokarmu występują w rejonach występowania borów sosnowych, upraw gryki oraz tam, gdzie stosuje się rośliny poplonowe (np. gorczyca biała, *facelia*).

Zapyłacze, a zwłaszcza ściśle związane z kwiatami owadopylnymi pszczołowate, żyją we wszystkich siedliskach, w których występują też rośliny kwiatowe. Z tego powodu, im tereny są cieplejsze i bliżej równika, tym więcej tam owadów zapyłających. Za naturalne siedlisko dla większości zapyłaczy, a szczególnie dla pszczoł i motyli, uważa się ogólnie tereny suche i ciepłe, ponieważ obszary wilgotne (Michener, 2001), podmokłe wydają się bardziej ubogie w gatunki. Badania pokazują jednak, że takie siedliska też są ważne dla pszczoł i nieraz tak samo bogate w gatunki jak łąki półnaturalne (Moroń i in., 2008). Niestety, tereny wilgotne i podmokłe to siedliska bardzo zagrożone, głównie z powodu intensyfikacji rolnictwa, prowadzącej do wysuszania się

podłoża. Wraz z kurczeniem się obszaru takich siedlisk zmniejsza się liczebność związanych z nimi populacji owadów zapyłających.

Poza zasobami pokarmowymi do stabilnego funkcjonowania populacji zapyłaczy niezbędne są odpowiednie miejsca rozrodu. Ich rodzaj zależy od preferencji poszczególnych grup owadów i może się różnić nawet u blisko spokrewnionych gatunków.

W przypadku socjalnych gatunków pszczół, takich jak trzmiel, miejsce rozrodu to w rzeczywistości miejsce, gdzie rozwijać się będzie cała rodzina złożona z królowej i robotnic, które opiekują się potomstwem swojej matki (czyli swoimi siostrami i braćmi). Natomiast w przypadku pszczół samotnych miejscem rozrodu jest punkt, w którym samica jedynie składa jaja do uprzednio przez siebie przygotowanej komórki lęgowej. Po wypełnieniu takiej komórki pokarmem kwiatowym (pyłek, nektar) i złożeniu jaja samica nie interesuje się więcej potomstwem.

Zarówno trzmiel, jak i pszczoły samotne na miejsca rozrodu wybierają raczej tereny suche i ciepłe, gdzie ich larwy będą miały zapewniony dobry rozwój. Często wykorzystują już istniejące w terenie lokalizacje, ułatwiające składanie jaj. Rodziny trzmieli mogą na przykład umiejscawiać się w kupkach kamieni

odrzuconych przez rolników podczas orki na miedzę, porzuconych gniazdach gryzoni, fragmentach opuszczonych krecich korytarzy czy budkach lęgowych dla ptaków. W przypadku trzmieli najczęściej są to miejsca związane z glebą, ale zdarza się, że młoda matka optymalną lokalizację znajdzie pod ociepleniem dachu lub w ścianie drewnianego budynku. Wyraźne preferencje co do miejsca składania jaj mają zwykle pszczoły samotne, choć w ich przypadku chodzi raczej o rodzaj materiału, w którym samica tworzy komórki lęgowe – może to być piaszczysta gleba, glina, drewno, suche źdźbła roślin, muszle ślimaków. Teren może być różny, także w pobliżu siedzib ludzkich, czasem owady wręcz wykorzystują na przykład drewniane ściany budynków lub fragmenty spękanych murów. Zawsze jednak dla samicy istotny jest łatwy dostęp do pokarmu, czyli kwiatów, ponieważ samotnice to z reguły niewielkie owady, niepokonujące dużych dystansów (Michener, 2000).

Blisko spokrewnione z pszczołami osy z grupy grzebaczki, podobnie jak niektóre samotnice, budują komórki lęgowe w ziemi, lecz odżywiają swoje potomstwo pokarmem zwierzęcym. Aby odpowiednio zaopatrzyć komórki jajowe, samice znoszą więc do gniazda sparaliżowane jadem owady lub pajęczaki, choć osobniki dorosłe będą korzystać z nektaru kwiatowego jako źródła pokarmu.

Osobniki pozostałych zapylaczy w stadiach larwalnych także nie odżywiają się pokarmem kwiatowym, stąd miejsca składania jaj mogą być bardzo zróżnicowane. Samice motyli i ciem wybierają do tego celu odpowiednie rośliny pokarmowe, które dostarczą ich potomstwu preferowanego pokarmu roślinnego. I tak na przykład pokrzywa jest rośliną pokarmową dla gąsienic rusałki pokrzywnika (*Aglais urticae*) i rusałki admirała (*Vanessa atalanta*). Pazię królowej (*Papilio machaon*) wybierają rośliny z rodziny baldaszkowatych, listkowce cytrynki (*Gonepteryx rhamni*) zaś składają jaja na krzewach szakłaku lub kruszyny. Niektóre motyle, takie jak na przykład modraszki, mają jeszcze bardziej skomplikowany rozród i rozwój. Chronione modraszki do rozwoju potrzebują nie tylko odpowiednich roślin do składania jaj, ale także obecności odpowiednich gniazd mrówek do rozwoju larw. Larwy modraszków albo pasożytują w gniazdach mrówek, udając przerośniętą larwę mrówczą w czasie swojego rozwoju, albo są wręcz drapieżnikami, wykorzystującymi larwy swoich gospodarzy jako pokarm (Thomas i in., 2005).

Jeszcze bogatszy repertuar strategii lęgowych mają muchówki. Znajdziemy wśród nich gatunki związane z mulistymi brzegami zbiorników wodnych, jak choćby bzygi z rodzaju gnojka (*Eristalis*),

których larwy rozwijają się w wodzie. Są też owady pasożytnicze składające jaja na innych zwierzętach lub w ich ciałach oraz gatunki związane z padliną lub odchodami (liczne muchówki z rodziny ścierwiciowatych, rączycowatych i plujkowatych). Mszycówki (bzygi z rodzaju *Syrphus*) składają jaja na roślinach, a ich larwy polują na mszyce, co ma zresztą także duże znaczenie. Warto podkreślić, że dla bardzo wielu z tych gatunków brak informacji o miejscu składania jaj, nie znamy także ich stadiów larwalnych.

W przypadku chrząszczy odwiedzających kwiaty preferencje dotyczące składania jaj także są bardzo różne. Niektóre kózkowate (*Cerambycidae*) spotykane na kwiatach składają jaja pod korą, a ich larwy drążą korytarze w drewnie, pozostałe preferują już spróchniałe kłody drzew lub składają jaja w glebie. Podobnie jak w przypadku wielu muchówek życie licznych gatunków chrząszczy nie zostało jeszcze odpowiednio zbadane.

Niech rozkwitają miliony kwiatów!

Podstawowym czynnikiem sprzyjającym wszelkim zapylaczom jest dostęp do odpowiedniego pokarmu, którego zasadniczym źródłem są kwiaty. Mogą one pochodzić z roślin dzikich, ale, szczególnie w terenach silnie zurbanizowanych, dostęp do rodzimych kwitnących gatunków bywa ograniczony. Aby zatem wspierać populacje zapylaczy, wszędzie tam, gdzie to możliwe, należy siać i sadzić odpowiednie rośliny pokarmowe, zapewniające owadom pyłek i nektar. Strategia taka oznacza także przekształcenie terenów zielonych, na których dominują rośliny nieoferujące owadom żadnego pokarmu, czyli na przykład rezygnowanie z dużych obszarów często koszonych trawników lub kompozycji złożonych wyłącznie z roślin iglastych, takich jak żywotniki, jałowce czy cisy. Funkcję roślin pokarmowych w terenach pielęgnowanej zieleni z powodzeniem mogą pełnić gatunki ozdobne, również drzewa i krzewy. Mogą być to gatunki wykorzystywane w nasadzeniach miejskich, w prywatnych ogrodach czy na terenach zielonych wokół osiedli mieszkaniowych lub przedsiębiorstw. Ważne są nawet niewielkie skupiska kwitnących roślin – także te uprawiane na balkonach i tarasach. Z uwagi na bardzo zróżnicowane preferencje różnych grup owadów zapyłających należy wykorzystywać możliwie różnorodne gatunki dostosowane do lokalnych warunków siedliskowych, kierując się kilkoma prostymi zasadami:

Różnorodność

Dbajmy, aby nasze rabaty i balkony były możliwie różnorodne, i oferowały kwiaty o różnej budowie morfologicznej i kolorach. W ten sposób zapewnimy pokarm możliwie wielu grupom zapylaczy – pszczołom, motyłom, muchówkom.

Dzikie formy

Unikajmy odmian o pełnych kwiatach. Choć piękne, zwykle nie oferują one pyłku ani nektaru. Świetnie do tego celu nadają się różne stare odmiany ozdobne rosnące niegdyś w „babcinych” ogrodach lub zioła



(np. macierzanka, tymianek, lebiodka, oregano, melisa), które dodatkowo dobrze znoszą suszę.

Kwiaty przez cały sezon

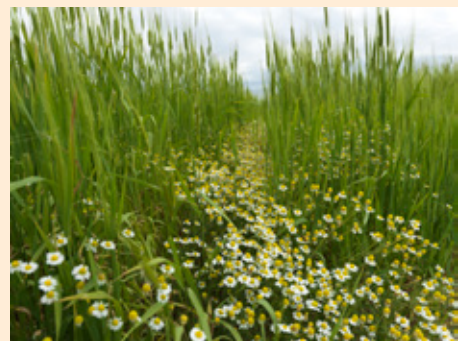
Aranżujemy kompozycje roślin tak, aby zapewnić ciągłość kwitnienia przez cały sezon wegetacyjny. Warto pamiętać, że szczególnie trudnym okresem bywa początek lata/lato (koniec czerwca, lipiec), kiedy w miastach jest niewiele roślin pożytkowych.

Kwitnące drzewa i krzewy

W miejscach, w których jest to niepraktyczne lub gdzie niemożliwe jest zakładanie kwietników, stosujemy przyjazne zapyłaczom drzewa i krzewy. Istnieje długa lista gatunków i odmian owadopylnych kwitnących od wczesnej wiosny do jesieni, które świetnie nadają się do warunków miejskich. W celu poprawy bazy pożytkowej należy unikać odmian o kwiatach pełnych, które zwykle nie oferują pokarmu.

W warunkach miejskich przydatne są lipy (wbrew krążącym opiniom nie ma dowodów na ich trujący wpływ na pszczoły), kasztanowce, głogi, klony i wierzby. Spośród krzewów warto propagować wiciokrzew, wszelkie krzewy z rodziny różowatych (m.in. tawuły i irgi).

Wybierając gatunki roślin do poprawy bazy pożytkowej zapyłaczy, należy kierować się nie tylko ilością i jakością pokarmu dostępnego w kwiatach, ale również Kodeksem dobrych praktyk w ogrodnictwie i nie dopuszczać do uprawy inwazyjnych gatunków roślin i/lub gatunków potencjalnie inwazyjnych. (GDOŚ, 2014).





Co zagraża zapyłaczom?

Istnieje szereg czynników zagrażających zapyłaczom. Niestety, właściwie każdy z nich jest związany z działalnością człowieka. Istotne zagrożenia dla owadów zapyłających wynikają na przykład z degradacji siedlisk z powodu choćby rozbudowy osiedli ludzkich, zanieczyszczenia środowiska różnymi środkami chemicznymi czy z występowania patogenów, któremu sprzyja zbyt liczna obecność rodzin pszczelich na danym terenie. Dodatkowo, stopniowe, ale postępujące zmiany klimatu wpływają na zaburzenia w biologii owadów zapyłających. W wyniku tych zmian przesuwają się okresy lęgowe zapyłaczy lub występują w okresach, kiedy jeszcze nie ma pożytków, co często kończy się śmiercią wielu osobników.





Degradacja siedlisk

Degradacja siedlisk naturalnych to obserwowane globalne zmiany powodowane w dużej mierze powiększeniem się w ostatnim półwieczu powierzchni terenów rolnych oraz terenów zurbanizowanych. Obecnie ok. 5% powierzchni Polski to tereny zurbanizowane i zabudowane, kolejne 60% to tereny rolne. Większość, bo aż 70% terenów rolnych, to grunty orne, natomiast tylko 21% stanowią trwałe użytki zielone – łąki i pastwiska (Głębocki, 2014). Kolejne 31% obszaru kraju to lasy i tereny zadrzewione, 1,5% to tereny nieużytkowane i tylko 0,1% stanowią tereny uprawiane ekologicznie (Rozkrut, 2017). Jak widać, tereny naturalne, użytki zielone i półnaturalne stanowią znikomy procent powierzchni terenów rolnych kraju. Oznacza to zanik siedlisk, pogorszenie się ich jakości (np. fragmentację) oraz ich degradację. Negatywne zmiany w jakości siedlisk lub ich całkowite zniknięcie skutkują zanikiem wielu gatunków dzikich związanych z tymi terenami lub ograniczeniem ich liczebności (Fisher i Lindenmayer, 2007). Ograniczanie powierzchni łąk, terenów podmokłych i wrzosowisk już wyraźnie przyczyniło się do zmniejszenia się liczebności i różnorodności np. trzmieli na terenie Europy (Goulson i in., 2005).

Największy wpływ na jakość siedlisk w środowisku w naszych warunkach wywiera rolnictwo, które dominuje na terenie całego kraju. Szczególnie negatywny wpływ na zapylacze mają uprawy wielkopowierzchniowe (monokultury). Analiza występowania pszczołowatych w Wielkiej Brytanii na przestrzeni ostatnich 80 lat pokazała wyraźny negatywny wpływ intensyfikacji rolnictwa i powiększania terenów rolnych na liczebność populacji tych owadów (Senapathi i in., 2015).

Uprawy monokulturowe oddziałują na zapylacze na wiele sposobów. Uprawy wiatropylne, które nie produkują nektaru (na przykład różne zboża), są nieprzyjazne dla owadów zapylających. Rozdzielają też istniejące tereny naturalne lub półnaturalne, co powoduje ich fragmentację i zmniejszenie powierzchni siedlisk przyjaznych zapylaczom. Jest to poważny problem dla większości owadów, ponieważ ich możliwości przelatywania nad takimi obszarami są nieraz bardzo ograniczone. Motyle i niektóre dzikie pszczoły są w stanie pokonać zaledwie kilkaset, a niektóre tylko kilkadziesiąt metrów. Dla tych gatunków jednolite kilkudziesięciohektarowe uprawy stanowią barierę nie do pokonania. Na takich obszarach niemożliwe jest poruszanie się zapylaczy między dwoma potencjalnymi

siedliskami naturalnymi czy półnaturalnymi, jak np. miedze, zakrzaczenia lub łąki śródpolne. Kurczenie się siedlisk naturalnych jest przyczyną zmniejszania się liczebności populacji owadów oraz spadku różnorodności genetycznej (Hartl i Clark, 2006), przez co osłabia się odporność populacji na niekorzystne warunki środowiska i przyspiesza ich zanik na danym terenie (Krauss i in., 2010). Nasilenie tych zjawisk będzie zależało od mobilności danego gatunku. Niektóre gatunki, jak pszczoła miodna czy trzmiele, są mniej narażone dzięki swojej dużej mobilności i możliwości pokonania dużych odległości (Bommarco i in., 2010). Inne, jak np. motyle, są bardziej wrażliwe. Niektóre gatunki z jednej z najważniejszych grup zapyłaczy, czyli samotnych pszczół, mogą bardzo szybko wymierać w takim środowisku (Bommarco i in., 2014). Prowadzi to do zmniejszenia różnorodności zapyłaczy, a co za tym idzie do zmniejszenia efektywności zapyłania tych roślin, które tego wymagają.

Duże obszary z monokulturami ograniczają dostęp do miejsc rozrodu dla większości gatunków zapyłaczy. Szczególnie wrażliwe na ten proces są gatunki gnieźdzące się nad ziemią (Williams i in., 2010), choć również owady budujące gniazda w ziemi mogą ucierpieć z powodu stosowania np. mechanicznych metod

w uprawie (głęboka orka). W wypadku upraw nektaro- lub pyłkodajnych, monokultury oferują ubogi i mało zróżnicowany pokarm (np. rzepak czy gryka; Donkersley i in., 2014). Dodatkowo, w uprawach takich, poza krótkim okresem kwitnienia roślin miododajnych, brak jakiegokolwiek pożytku przez większą część sezonu wegetacyjnego. Uprawy atrakcyjne pod względem pożytkowym są najczęściej w czasie kwitnienia zagospodarowane przez pszczelarzy, którzy wywożą swoje ule na te tereny, by móc uzyskać miód z odpowiednich gatunków roślin. Pojawienie się dziesiątek lub setek rodzin pszczelich, konkurujących o pokarm zmniejsza szanse na przeżycie dzikich gatunków owadów. Co więcej, hodowlane pszczoły miodne mogą być nosicielami chorób i pasożytów, które zagrażają dzikim pszczołowatym. O tym zjawisku można przeczytać w dalszej części niniejszego opracowania.

Uprawy wielkoobszarowe wymagają intensywnego stosowania środków ochrony roślin i nawożenia. Oba te czynniki mogą zmniejszać występowanie zapyłaczy. Większość pestycydów (nawet z grupy herbicydów) jest toksyczna dla zapyłaczy. Nawożenie zaś zmniejsza różnorodność dzikich roślin pokarmowych. Szerzej na temat działania pestycydów można przeczytać w dalszej części tego opracowania.

Utrzymywanie dużych sadów z wykorzystaniem tradycyjnych metod ochrony chemicznej powoduje degradację siedlisk potrzebnych zapylaczom. Chemiczne i mechaniczne metody ochrony sadów, podobnie jak w przypadku wyżej opisanych upraw wielkoobszarowych, powodują zatrucia, bardzo znaczne ograniczenie miejsca gniazdowania oraz zubożenie pożytku. Jest to niebezpieczne, ponieważ większość upraw sadowniczych wymaga zapylania przez owady. Jednak nawet w przypadku odmian samopylnych zapylanie krzyżowe (do którego niezbędne są zapylacze) podnosi jakość i ilość plonu. Na świecie, w celu właściwego zapylenia upraw, coraz częściej korzysta się z pomocy pszczoł miodnych, trzmieli czy hodowanych pszczoł samotnych, takich jak na przykład murarki. W Polsce takie praktyki jeszcze nie są stosowane na dużą skalę, ale w przypadku dalszego zmniejszania się liczby i różnorodności dzikich gatunków zapylaczy mogą okazać się konieczne.

Również intensywne użytkowanie łąk kośnych i pastwisk przyczynia się do wymierania zapylaczy. Koszenie w czasie kwitnienia oraz intensywne nawożenie eliminuje gatunki pożytkowe i wpływa negatywnie na populacje owadów (Ziaja i in., 2018).

Kolejnym problemem dla owadów zapyłających jest wypalanie łąk. Choć jest

to działanie nielegalne, proceder ten w okresie wiosennym na terenach rolniczych spotyka się bardzo często. Wypalanie suchych traw stanowi bezpośrednie zagrożenie dla flory i fauny (zabija trzmiele oraz larwy pszczoł samotnic, motyli i innych zapylaczy) oraz niszczy możliwe miejsca gniazdowania np. pszczołom samotnym budującym gniazda w suchych źdźbłach roślin. Wypalanie łąk zmienia właściwości gleby i zaburza interakcje między roślinami a zapylaczami (Carbone i Aguilar, 2017).

Nie tylko rolnictwo odbiera zapylaczom odpowiednie do życia siedliska. Czynnikiem ograniczającym ich występowanie jest także wzmożona urbanizacja. Paradoksalnie, przy odpowiednim zagospodarowaniu, tereny miejskie mogą stanowić schronienia dla niektórych owadów zapyłających (Micholap i in., 2017). Miasta to jednak tereny silnie przekształcone i często też silnie zanieczyszczone (Perugini i in., 2009). Choć nie są to okoliczności sprzyjające owadom zapyłającym, ostatnie badania pokazują, że zwierzęta te radzą sobie bardzo dobrze w miejskich terenach zielonych. Warunkiem jest obecność roślin pokarmowych oraz miejsca do rozrodu.



Pestycydy

Pestycydy są jednym z głównych czynników wpływających na osłabienie stanu zdrowia i zanikanie owadów zapyłających. Nazwa pestycyd zgodnie z łacińskim pochodzeniem tego słowa (*pestis* – zaraza; *occido* – zabijam), oznacza substancję, która ma na celu zabić żywe organizmy uznane za szkodliwe. Analizując wpływ „pestycydów” na środowisko, rozpatruje się przede wszystkim wzajemne oddziaływanie nawet kilkuset substancji aktywnych środków ochrony roślin oraz nośników, stabilizatorów i adiuwantów (substancji pomocniczych) obecnych w tych preparatach. Środki ochrony roślin w zależności od tego, co mają zwalczyć, dzieli się m.in. na substancje owadobójcze (insektycydy), grzybobójcze (fungicydy) i chwastobójcze (herbicydy).

Substancje o działaniu owadobójczym są również głównymi składnikami ogólnodostępnych preparatów biobójczych (biocydów) stosowanych m.in. do zwalczania much, mrówek, czy też innego rodzaju owadów. Warto nadmienić, że pestycydem jest również amitraza, która jest podstawowym lekiem stosowanym przez pszczelarzy do leczenia warrozy. Mówiąc o wpływie pestycydów na zdrowie owadów zapyłających, nie odnosimy się do jednej substancji, lecz do bardzo licznej grupy produktów o niezwykle

zróżnicowanym charakterze.

W Polsce dopuszczonych jest do stosowania ponad 2000 środków ochrony roślin (MRiRW 2018). W porównaniu do stanu z roku 2005 liczba dopuszczonych środków ochrony roślin zwiększyła się dwukrotnie (GUS 2007). Łączna masa środków ochrony roślin sprzedanych w Polsce w roku 2015 wyniosła ponad 67 tysięcy ton, z czego 24 tysiące ton stanowiła masa substancji aktywnych (GUS 2016). Największy udział w sprzedaży (ponad 50%) mają środki chwastobójcze, których stosowanie powoduje eliminację kwitnących chwastów, a w konsekwencji ograniczenie ilości i różnorodności pokarmu dla owadów zapyłających. Niemal jedną trzecią sprzedawanych środków ochrony roślin w Polsce stanowią środki grzybobójcze, które w większości wykazują niską toksyczność wobec pszczoł, niewiele jednak wiadomo o ich działaniu na inne grupy zapylaczy. Wiemy, że niektóre substancje grzybobójcze zwiększają toksyczność insektycydów lub modyfikują florę bakteryjną obecną w przewodzie pokarmowym pszczoł, upośledzając tym samym naturalne mechanizmy obronne organizmu. Trzecią najczęściej sprzedawaną grupą środków ochrony roślin w Polsce są środki owadobójcze, które z oczywistych względów są dla owadów

zapyłających najbardziej niebezpieczne. Sprzedaż środków owadobójczych na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat w Polsce wzrosła najbardziej ze wszystkich grup środków ochrony roślin (GUS 2007, 2016).

Zatrucia owadów zapyłających to najbardziej widoczny efekt negatywnego oddziaływania pestycydów. Z przeprowadzonych ankiet wynika, że w 2012 roku aż 15% polskich pszczelarzy zaobserwowało objawy zatrucia w swoich pasiekach, w kolejnych latach odsetek ten wyniósł 7 i 8% (Topolska, 2017). Zatrucia pszczoł stanowią istotną przyczynę strat rodzin pszczelich. Substancjami owadobójczymi najczęściej powodującymi zatrucia pszczoł w Polsce są chloropiryfos, dimetoat oraz klotianidyna (Kiljanek, 2016).

W przypadku dzikich owadów zapyłających nie da się szybko zaobserwować negatywnych skutków działania pestycydów, takich jak zatrucia. Istnieją jednak dowody na długofalowe negatywne efekty działania neonikotynoidów na populacje dzikich pszczoł (Woodcock i in., 2016). W ciągu 18 lat, wraz ze wzrostem ilości używanych neonikotynoidów, wielkość populacji dzikich owadów zapyłających zmniejszała się drastycznie. W Wielkiej Brytanii i Kalifornii wykazano silny związek między stosowaniem neonikotynoidów a zmniejszeniem się liczebności i różnorodności gatunków motyli

(Gilburn i in., 2015, Forister i in., 2016), lecz konieczne są dalsze badania laboratoryjne i terenowe, aby ustalić mechanizm tego zjawiska.

Istnieje wiele dróg narażenia owadów zapyłających na działanie pestycydów. Nieprawidłowe przeprowadzanie oprysków jest tylko jedną z wielu możliwych przyczyn zatrucia. Pył uwalniany w trakcie wysiewu nasion zaprawianych neonikotynoidami był w ostatnich latach przyczyną masowych zatruc pszczoł w całej Europie. Potwierdzono to wnikliwymi badaniami laboratoryjnymi i półterenowymi, jak również przeprowadzono szereg wyliczeń teoretycznych. Wyniki były jednoznaczne, co doprowadziło do zakazu zaprawiania nasion klotianidyną, tiametoksamem oraz imidakloprydem (z wyjątkiem nasion do użytku w szklarniach) (Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 485/2013). Jak bardzo toksyczne są to substancje i jak niewielka ich ilość może wywołać fatalne skutki dla zapyłaczy, świadczy doświadczalnie potwierdzony fakt, że zaledwie 0,25 grama klotianidyny w pyłe uwalnianym na powierzchni jednego hektara powoduje masowe zatrucia pszczoł (Pistorius, 2015).

Rolnicy stosujący środki ochrony roślin często nie mają świadomości, że skażony pestycydami pył z zapraw nasiennych, skażona systemicznymi pestycydami woda gutacyjna wydzielana w postaci

kropel przez organy roślinne, pyłek lub spadź stanowią realne zagrożenie dla owadów zapyłających. Obecnie większość pestycydów stosowanych jako środki ochrony roślin ma charakter systemiczny, tzn. wnika do wewnętrznych części roślin, gdzie jest dalej transportowana do łodyg, liści i kwiatów. W konsekwencji wytworzone przez roślinę woda gutacyjna (nadmiar wody oraz soli mineralnych usuwany przez rośliny), pyłek oraz nektar skażone są systemicznymi pestycydami. Woda gutacyjna wytwarzana przez rośliny, których nasiona zaprawiano neonicotynoidami, może wykazywać stężenia tych substancji wielokrotnie przewyższające te stosowane w cieczach użytkowych sporządzanych do oprysków roślin (Tapparo, 2011). W próbkach odłowionego pyłku pochodzącego z terenu 12 krajów europejskich, w tym z Polski, znaleziono pozostałości przynajmniej jednego spośród 53 pestycydów (w tym 22 insektycydów/akarycydów, 29 fungicydów i 2 herbicydów); (Johnston, 2014).

Toksyczność pestycydów wobec owadów zapyłających jest zróżnicowana, przy czym największą toksyczność wykazują substancje owadobójcze. Warto zauważyć, że pszczoły są znacznie bardziej wrażliwe na pestycydy niż inne owady, a wynika to głównie z ograniczonej liczby genów kodujących enzymy niezbędne do ich detoksykacji (Atkins, 1992; Claudianos,

2006). Substancje owadobójcze przed wywołaniem u owada oczekiwanego skutku upośledzają działanie układu nerwowego, powodując jego nienaturalne zachowanie czy problemy z poruszaniem, dezorientację, drżenie, nadmierne ruchy skrzydeł, skurcze odwłoka, nadmierną agresję, a w konsekwencji niepowracanie do własnej rodziny (Suchail, 2001; Bortolotti, 2009; Pistorius, 2015). Subletalne (nieśmiertelne) dawki insektycydów powodują również upośledzenie uczenia się, umiejętności wyszukiwania pożytku lub dezorientację osobników wracających do gniazda, co w konsekwencji prowadzi do zdobywania mniejszych ilości pokarmu. Najwięcej badań nad negatywnymi efektami działania subletalnych dawek pestycydów przeprowadzono dla neonicotynoidów. Przegląd badań naukowych dotyczących wpływu neonicotynoidów wskazuje na ich negatywny wpływ na rozwój i sukces reprodukcyjny rodzin pszczelich, na efektywność korzystania z pożytków oraz na układ odpornościowy pszczół (Wood 2017).

Szereg badań wskazuje na związek między narażeniem na neonicotynoidy a zwiększoną podatnością na choroby u pszczoły miodnej (Vidau i in., 2011; Pettis i in., 2012). Poddanie pszczół miodnych zarażonych pasożytniczym grzybem *Nosema ceranae* działaniu imidakloprzydu ograniczało ich zdolność do

oczyszczania gniazda, co zwiększało rozprzestrzenianie się patogenu w obrębie rodziny. W badaniach (Alaux i in., 2010; Di Prisco i in., 2013) stwierdzono, że subletalne dawki klotianidyny mają negatywny wpływ na odporność przeciwwirusową pszczoły miodnej. Pestycydy z grupy neonikotynoidów upośledzają odporność i promują namnażanie wirusa powodującego deformację skrzydeł. W badaniach polowych wykryto również, że poddanie działaniu neonikotynoidów zwiększa liczebność roztocza *Varroa* oraz liczbę osobników zakażonych wirusami w rodzinach pszczoły miodnej (Divley i in., 2015; Alburaki i in., 2015). Niestety brakuje danych określających wpływ neonikotynoidów na układ odpornościowy dzikich pszczół i innych gatunków zapyłaczy, czy też odnoszących się do ich zapadalności na choroby w zależności od ilości użytego pestycydu.

Badania nad toksycznością neonikotynoidów (acetamiprydu, imidakloprydu, tiakloprydu oraz tiametoksamu) dla dziewięciu gatunków pszczół (w tym *Apis mellifera*) wykazały silne różnice międzygatunkowe w odporności na pestycydy. Autorzy badań stwierdzili, że acetamipryd oraz tiaklopryd są dla pszczół miodnych mniej toksyczne niż imidaklopryd oraz tiametoksam. Jednocześnie, dla innych pszczół okazały się względnie najbardziej toksycznymi neonikotynoidami

(Wood 2017). Z punktu widzenia ochrony owadów zapyłających jest to informacja niezwykle istotna, ponieważ zgodnie z zaleceniami środki ochrony roślin zawierające acetamipryd można stosować w trakcie kwitnienia wielu roślin uprawnych z uwagi na niską toksyczność dla pszczoły miodnej. Okazuje się jednak, że mogą być one niezwykle toksyczne dla innych owadów zapyłających. Badania naukowe dowodzą jednocześnie, że gatunki o małych rozmiarach wykazują większą wrażliwość na neonikotynoidy (Sgolastra i in., 2016; Spurgeon i in., 2016).

Poszczególne środki ochrony roślin przed ich dopuszczeniem do stosowania przechodzą testy toksyczności wobec pszczoły miodnej (*Apis mellifera*). Dotychczas nie wdrożono jednak niezbędnych zmian w tym zakresie, zaproponowanych przez Europejski Urząd ds. bezpieczeństwa żywności, takich jak m.in. badanie toksyczności pestycydów nie tylko dla pszczół miodnych, ale również dla trzmieli i pszczół samotnic (EFSA 2013). Nadzieję na pełne i powszechne wdrożenie nowych zasad oceny ryzyka środków ochrony roślin dla pszczół, które zostały opracowane już w 2013 roku, dają opublikowane właśnie raporty EFSA, które dotyczą oceny ryzyka stosowania klotianidyny, imidakloprydu oraz tiametoksamu do zaprawiania nasion (EFSA 2018 a, b, c). Potwierdzają one nieakceptowalne

ryzyko związane z ich używaniem i dają kolejny dowód na słuszność wprowadzonego w 2013 roku zakazu stosowania tych substancji w zaprawach nasiennych. Warto również podkreślić, że procedura oceny ryzyka stosowania danego środka ochrony roślin w zakresie wpływu na pszczoły dotyczy tylko danej substancji aktywnej i nie daje możliwości oceny wystąpienia np. wzrostu toksyczności w wyniku synergizmu (współdziałania) z innymi substancjami aktywnymi. Wiadomo, że łączne stosowanie substancji z grup insektycydów i fungicydów powoduje ich zwiększoną skuteczność, pomimo stosowania mniejszych dawek. Znakomitym przykładem jest ponad 1100-krotny wzrost toksyczności tiakloprydu wobec pszczoł spowodowany jednoczesnym narażeniem na triflumizol (Iwasa, 2004). Wobec powyższego, prawnie niedopuszczalne powinno być łączne stosowanie różnych środków ochrony roślin, bowiem względnie bezpieczne substancje mogą stworzyć silnie toksyczną mieszaninę.

Powyżej wymieniono tylko kilka przykładów silnie toksycznych substancji, na które narażone są owady zapyłające w Polsce. Niestety ich liczba jest znacznie większa, a prowadzone w Polsce badania pozwoliły na wykrycie i oznaczenie w próbkach pszczoł łącznie ponad osiemdziesięciu różnych pestycydów i/lub ich metabolitów. Dodatkowo, zarówno

pestycydy, jak i/lub ich metabolity charakteryzują się trzydziestoma różnymi mechanizmami działania, wpływającymi na wiele procesów biochemicznych zachodzących w organizmach żywych (Kiljanek, 2017). W żadnym z dotychczas opublikowanych badań nie wykazano efektów narażenia pszczoł na tak szeroki zakres pestycydów. Dlatego też nie ulega wątpliwości, że w Polsce należy jak najszybciej dążyć do ograniczenia narażenia pszczoł na działanie pestycydów.



Zanieczyszczenie środowiska

Od rewolucji przemysłowej w XIX wieku zanieczyszczenie środowiska stało się zjawiskiem globalnym. W ostatnim stuleciu produkcja oraz emisja metali ciężkich wzrosła na całym świecie ponad dziesięciokrotnie (Nriagu, 1996). Choć w krajach wysoko rozwiniętych ograniczenie emisji zaczyna przynosić pozytywne efekty, skażenie środowiska wciąż stanowi poważny problem – najczęstszą przyczyną śmierci ludzi na świecie jest zanieczyszczenie powietrza. Polska wcale nie jest wyjątkiem, szczególnie biorąc pod uwagę intensywne wydobywanie i wykorzystywanie paliw kopalnych takich jak węgiel kamienny, wciąż podstawowe źródło energii w naszym kraju.

Zanieczyszczenie powietrza i gleby stanowi poważny problem dla wszystkich organizmów, w tym także zapyłaczy. Niestety, mało jest badań pokazujących bezpośredni wpływ zanieczyszczeń na pszczoły czy bzygi. Pod zbiorczą nazwą „zanieczyszczenie” rozumiemy w tym wypadku takie czynniki jak zanieczyszczenie metalami ciężkimi, związkami lotnymi (węglowodory aromatyczne czy alifatyczne), czy też związkami selenu i arszenikiem. Są to najczęściej zanieczyszczenia powstałe w wyniku działalności człowieka: spalanie paliw kopalnych, produkcja przemysłowa,

w tym np. metalurgia, produkcja plastiku, ale też tzw. smog. Większość tych zanieczyszczeń jest przenoszona przez powietrze i często gromadzi się w glebie, skąd może przedostać się przy suchej, wietrznej pogodzie ponownie do powietrza lub wraz z wodą deszczową spływać do rzek i jezior.

Od wielu lat prowadzi się badania nad wykorzystaniem pszczół miodnych jako prostych i skutecznych bioindykatorów (biologicznych wskaźników) jakości środowiska, w tym także do monitorowania poziomu zanieczyszczeń (Van der Steen i in., 2012; Conti, Botré, 2001). Na podstawie tych badań wiemy, że pszczoły gromadzą w swoim ciele zanieczyszczenia ze środowiska. Substancje te pojawiają się też w produktach pszczelich, jednak wciąż brakuje badań, jak wpływają one na same owady.

Obserwacje wpływu zanieczyszczeń na inne gatunki owadów zapyłających wyraźnie pokazują, że nie jest to czynnik obojętny. W przypadku motyla niepyłaka apollo (*Parnassius apollo*) w Finlandii wykazano wyraźny negatywny wpływ metali ciężkich na rozwój larw (Nieminen i in., 2001). Badanie prowadzone przez kilka lat na terenach zanieczyszczonych metalami ciężkimi w pobliżu huty cynku koło Olkusa wskazuje, że podwyższony

poziom zanieczyszczeń powoduje zmniejszenie różnorodności gatunków zapyłaczy (Moroń i in., 2012), ale także upośledza rozwój osobników wychowanych na tych terenach (Moroń i in., 2014). Wrażliwość gatunków na zanieczyszczenie środowiska jest jednak różna, a gatunki socjalne, takie jak np. trzmiele, radzą sobie w takich środowiskach lepiej (Szentgyörgyi i in., 2011), natomiast pszczoły samotne wymierają szybciej.

Warto pamiętać, że wrażliwość owadów na zanieczyszczenie środowiska jest różna. Niektóre gatunki socjalne jak mrówki (Maavara i in., 2007) czy trzmiele (Szentgyörgyi i in., 2011) są mniej wrażliwe na zanieczyszczenie środowiska niż gatunki samotne, co na terenach zanieczyszczonych może powodować już przy niewielkich skażeniach zaburzenie składu gatunkowego.

Poważnym problemem są też skażenia spowodowane uwolnieniem np. selenu czy arsenu z gleb seleno-, czy arsenikonośnych z powodu działalności człowieka oraz spowodowane wyciekiem przemysłowym (Lillie, 1975). Nadmierne wysuszanie terenów powoduje uwolnienie tych związków z gleby, zatrucie otaczającego środowiska i zapyłaczy (Hladun i in., 2012, 2013).



Masowa hodowla pszczoły miodnej i trzmieli

Powszechnie uważa się, że hodowla pszczół miodnych to jedna z form ochrony zapyłaczy. Jest jednak to tylko częściowa prawda. Dbanie o pasiekę faktycznie może chronić pszczoły miodne, niestety hodowla pszczół, tak jak każda masowa hodowla, wiąże się z licznymi problemami. Rozprzestrzenianie się chorób z powodu dużego zagęszczenia osobników i rodzin jest nieuniknione i może być kontrolowane tylko do pewnego stopnia (Morse i Nowogrodzki, 1990; Ahn i in., 2012). Podczas transportowania i przenoszenia rodzin w nowe miejsca mogą być przenoszone różne choroby.

Duże zagęszczenie pszczół hodowlanych na określonym obszarze wpływa też negatywnie na występowanie i różnorodność gatunków dzikich (Moritz i in., 2005). Przepszczelenie powoduje ograniczenie zbierania pożytku i osłabienie rodzin, co otwiera drogę patogenom i rozwojowi chorób oraz przekazywanie ich innym gatunkom. (Goulson, 2003). Istnieją dowody, że zbyt duże zagęszczenie osobników pszczoły miodnej w ekosystemach naturalnych, na skutek konkurencji z efektywnymi dzikimi zapyłaczami, zmniejsza reprodukcję niektórych przedstawicieli flory (Geldmann i González-Varo 2018).

Nie bez znaczenia jest także stosowanie w hodowli obcych linii genetycznych. Dotyczy to w szczególności trzmieli, których rodziny pochodzą z różnych części naturalnego zasięgu gatunku i spotykają się często z lokalnymi ekotypami. Spontaniczne krzyżowanie się takich linii prowadzi do erozji genetycznej, utrudniając dostosowywanie się owadów do lokalnie panujących warunków. Zjawisko takie zaobserwowano także w Polsce (Kraus i in., 2011).



Choroby

Patogeny są jedną z głównych przyczyn zmniejszania się populacji pszczoł miodnych i innych zapylaczy na całym świecie. W przypadku pszczołowatych nasza wiedza jest dość skromna i ogranicza się głównie do gatunków hodowlanych, takich jak pszczoła miodna, trzmiel czy niektóre pszczoły samotne wykorzystywane do zapyłania sadów. Niestety wciąż brakuje nam danych na temat chorób u innych gatunków i grup zapylaczy.

U pszczoły miodnej patogeny i powiązane z nimi choroby zostały już dość dobrze zbadane. Wiadomo także, że od 2006 roku obserwuje się w Polsce wysokie zimowe oraz letnie straty rodzin pszczelich. Za straty dopuszczalne przyjmujemy 10% (katastrofy naturalne, działalność człowieka, zwierzęta niepokojące pszczoły podczas zimowli). Od 2006 roku po każdej zimie notowano straty wyższe lub znacznie wyższe niż poziom akceptowalny. Dla przykładu: po zimie 2016/17 wynosiły one 21,6%, co było wartością najwyższą w całej Europie. Przyczyn strat jest wiele, ale zawsze najważniejszymi są: warroza (powodowana przez pasożytnicze roztocze *Varroa destructor*) wraz z towarzyszącymi jej zakażeniami wirusowymi oraz nosemoza C (powodowana przez pasożytniczy grzyb *Nosema ceranae*) z wirusem choroby czarnych

mateczników. Należy tu wspomnieć, że leczenie warrozy jest jednym z głównych zadań pszczelarzy, bo w znacznym stopniu może pomóc ograniczyć straty rodzin pszczelich. Niestety prawidłowe stosowanie leków i stosowanie tylko tych, które są w Polsce legalne, nie należy do praktyk częstych. Jak wynika z badań Państwowego Instytutu Weterynarii – Państwowego Instytutu Badawczego, tylko 7% pszczelarzy prawidłowo stosuje leki na warrozę. Dane te są bardzo niepokojące.

Jednak patogenów pszczoł powodujących zimowe i letnie straty rodzin jest znacznie więcej. Należy tu wspomnieć choćby o bakteriach takich jak *Paenibacillus larvae* czy *Melisococcus plutonius*, grzybach z rodziny *Aspergillus* czy *Ascosphaera*, wirusach „środowiskowych” takich jak wirus choroby woreczkowej czy wirus chronicznego paraliżu pszczoł.

Pszczoły miodne jako najliczniejsze reprezentantki polskich zapylaczy mogą stanowić źródło patogenów, które później wywołują choroby u innych owadów zapyłających.

U trzmieli do tej pory znaleziono następujące patogenne organizmy: roztocze *Locustacaris buchneri*, nicienie *Sphaerularia bombi*, mikrosporydia: *Nosema bombi*, *Nosema apis* oraz *Nosema ceranae*, gregaryny *Apicystis bombi*, świdrowce

Crithidia bombi, bakterie *Melissococcus plutonius* i *Paenibacillus larvae*, grzyby *Ascosphaera apis*, wirus zdeformowanych skrzydeł (typ A i B), kaszmirski wirus pszczoł, wirus ostrego paraliżu pszczoł, wirus chronicznego paraliżu pszczoł, wirus choroby czarnych mateczników, wirus choroby woreczkowej, izraelski wirus ostrego paraliżu pszczoł i wirus powolnego paraliżu pszczoł. Oprócz: *L. buchneri*, *S. bombi*, *A. bombi*, *C. bombi*, wszystkie te patogeny wykryto także w rodzinach pszczoły miodnej, a większość z nich jest uważana za bardzo poważne zagrożenie dla pszczoły.

Większość dotychczasowych badań dotyczy patogenów pszczoł miodnych i trzmieli, jednak coraz liczniejsze badania wskazują na występowanie tych samych patogenów u innych owadów zapyłających. I tak na przykład patogeny mogą być transmitowane pomiędzy różnymi gatunkami pszczoł, a najbardziej prawdopodobną drogą transmisji jest korzystanie z tych samych pożytków. Odkrycie *N. ceranae* oraz wirusa zdeformowanych skrzydeł (o których uważano, że atakują wyłącznie pszczołę miodną) u dzikich trzmieli zainspirowało naukowców do dalszych badań (Genersch i in., 2006). W literaturze znajdujemy doniesienia o dzieleniu się patogenów między hodowanymi a dzikimi zapyłaczami. Większość badań sugeruje głównie

jednokierunkowy proces: od pszczoł hodowlanych na dzikie, jednak wiadomo, że niektóre populacje dzikich pszczoł są też źródłem patogenów (Evison i in., 2012) (Genersch i in., 2006) (Singh i in., 2010) (Graystock i in., 2013).

Poniżej przybliżono pokrótce specyfikę najważniejszych patogenów występujących u różnych zapyłaczy.

Varroa destructor jest pasożytniczym roztoczem żywiącym się hemolimfą dorosłych pszczoł miodnych oraz hemolimfą czerwiu. Do Polski dotarł zaledwie trzy dekady temu i nadal stanowi ogromne zagrożenie dla rodzin pszczelich, ponieważ te nie potrafią (tak jak pszczoła wschodnia, u której pasożyt ten pasożytuje pierwotnie) radzić sobie z inwazją, usuwając pasożyty ze swego ciała, czerwiu i w konsekwencji z rodziny. Powoduje on chorobę zwaną warrozą. W nieleczonej rodzinie liczba trutni zmniejsza się o połowę, matki późno przerywają czerwienie, a przygotowane do zimowania pszczoły rozchodzą się i często nie formują prawidłowego kłębu. Często silnie porażone rodziny zaczynają gwałtownie słabnąć po nakarmieniu pszczoł na zimę i w stosunkowo krótkim czasie giną (De Jong 1997). Takie gwałtowne słabnięcie może nie być poprzedzone żadnymi innymi objawami, a jego przyczyną – oprócz zakażenia

wirusem zdeformowanych skrzydeł – może być wirus ostrego paraliżu pszczoł. Jeżeli jesień jest ciepła i pszczoły mogą dokonywać lotów, giną poza ulem, więc w ulach i w ich pobliżu martwych pszczoł nie można zaobserwować.

Pasożyt ten jest w porównaniu do wielkości pszczoły dość duży, ponieważ może mierzyć do 1,5 mm. Poprzez swój sposób żerowania doprowadza do znacznej utraty hemolimfy pszczoł i czerwii, co znacznie skraca ich życie i upośledza rozwój (De Jong i in., 1982). Obciąża również pszczoły lotne, przez co mogą one mieć problem z lataniem. Pasożyt jest nosicielem i aktywatorem śmiertelnych dla rodzin pszczelich wirusów takich jak wirus ostrego paraliżu czy wirus zdeformowanych skrzydeł. Nieleczona warroza prowadzi zawsze do śmierci rodziny (Bailey, 1981; Ball, 1985).

Warroza należy do chorób podlegających obowiązkowi rejestracji na mocy Ustawy o ochronie zdrowia zwierząt i zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt (z 2004 r.) oraz umieszczona jest na liście Światowej Organizacji do Spraw Zdrowia Zwierząt (OIE).

Nosema spp. to cała gama wewnątrzkomórkowych mikrosporydiów (pasożytniczych grzybów). Najlepiej znana jest *N. apis* powodująca nosemozę A u pszczoły miodnej, jednak w ostatnich latach

pojawiała się też *N. ceranae*, która powoduje nosemozę C, chorobę znacznie poważniejszą od poprzedniej. Oba pasożyty namnażają się w komórkach nabłonka jelita środkowego pszczoły, niszcząc je i powodując, że pszczoła głoduje.

N. ceranae opisano po raz pierwszy u *Apis cerana* (Fries, Feng i in., 1996), jednak już w 2006 roku znaleziono ją również u *A. mellifera*, co sugeruje rozszerzenie puli żywicieli (Higes i in., 2006). Obecnie jest to najczęściej spotykany gatunek *Nosema* u pszczoły miodnej, ponadto znaleziono go również u wielu innych gatunków owadów, w tym trzmieli. Obecność tego patogenu u trzmieli i pszczoły miodnej zagraża też innym dzikim zapyłaczom (Arbulo i in., 2015). Również *N. apis* może rozwijać się u innych gatunków. Znaleziono ją na przykład w jelicie środkowym *Bombus fervidus* (Showers, Jones, 1967). *Nosema bombi* jest pasożytem wewnątrzkomórkowym trzmieli. Może mieć znaczący, negatywny wpływ na pojedyncze osobniki, ale także siłę i rozwój rodziny trzmieliej. To mikrosporydium atakuje cewki Malpighiego (narządy wydalnicze owadów), rozprzestrzeniając się potem na jelita, tchawki, tkankę łączną, ciało tłuszczowe i układ nerwowy (Macfarlane, Lipa, Liu, 1995) (Fries i in., 2001). Może atakować różne gatunki trzmieli (Vavilova i in., 2015). Pasożyt ten może doprowadzić do

zmniejszania się liczebności populacji rodzimych trzmieli. Źródłem zakażenia kolejnych pokoleń jest matka trzmiela (Fisher, Pomeroy, 1989). Jeśli zakażenie pojawi się we wczesnej fazie zakładania rodziny, wszystkie osobniki chorują. Chore młode matki nie są w stanie zakładać kolejnych gniazd (co jest niezbędne dla przetrwania gatunku). Robotnice oraz trutnie żyją znacznie krócej niż zdrowe osobniki (Otti, Schmid-Hempel, 2007).

Nosemę odkryto także u motyli: *Nosema pieris* atakuje bielinka kapustnika (*Pieris brassicae*), a inny, jeszcze nieokreślony gatunek nosemy występuje u bielinka rzepnika (Yaman i in., 2014).

Locustacarus buchneri to pasożyt wewnętrzny, który umiejscawia się w tchawkach oraz workach powietrznych u trzmieli. W dużych ilościach potrafi dotkliwie uszkadzać pojedyncze osobniki oraz skracać ich życie. Może doprowadzić do wystąpienia biegunki, letargu i zaprzestania latania na pożytki (Goka i in., 2001). Pojawiają się doniesienia o występowaniu tego pasożyta u różnych gatunków trzmieli (Goldblatt, Fell, 1984), jednak znaleziono go również u pszczoły miodnej (Tomaszewska, 1988).

Apicystis bombi jest pasożytniczym pierwotniakiem atakującym w szczególności trzmiele. Do tej pory znaleziono go

u przeszło 20 gatunków (Lipa, Triggiani 1992; Lipa, Triggiani 1996) (Meeus i in., 2011; Murray i in., 2013). U gatunków nieodpornych pasożyt ten rozwija się w ciele tłuszczowym, niszcząc je. U matek powoduje też opóźnienia i problemy w zakładaniu rodzin oraz zwiększoną śmiertelność w rodzinie (Schmid-Hempel 2001; Rutrecht, Brown 2008).

Sphaerularia bombi jest pasożytniczym nicieniem przeszło 27 gatunków trzmieli na całym świecie (Poinar, Van Der Laan, 1972; R.P. Macfarlan, Griffin, 1990; McCorquodale i in., 1998; Plischuk, Lange, 2012). Atakuje hibernujące matki. Zarażona matka nie może się rozmnażać, jednak wylatuje nawet już po czasie, kiedy zdrowe matki założyły gniazda. Zaatakowane przez tego pasożyta matki giną, nie założwszy rodziny (Poinar, Van Der Laan, 1972).

Crithidia bombi jest pasożytem głównie trzmieli, który przenoszony jest bezpośrednio między osobnikami (Ravoet i in., 2015), jednak sugeruje się, że może być transmitowany przez pszczoły miodne (Ruiz-González, Brown, 2006). Gromadzi się w jelicie tylnym żywiciela, a poza organizmem szybko ginie (Paul Schmid-Hempel i in., 1999). Zakażenie *C. bombi* znacznie obniża jakość matki (Mark J F Brown, Schmid-Hempel, 2003),

która może zarażać własne potomstwo (Yourth, Brown, Schmid-Hempel, 2008). Pasożyt ten prawdopodobnie może się również rozprzestrzeniać poprzez częste stosowanie udomowionych *B. terrestris* do zapylania (Colla i in., 2006; Winter, Adams, 2006; Otterstatter, Thomson, 2008). Dzikie trzmiele w pobliżu szklarni, gdzie trzymane są rodziny hodowlanych trzmieli, mają wyższy stopień zakażenia *C. bombi* (i innymi patogenami) niż te, które nie mają na swoim terenie szklarni (Otterstatter, Thomson, 2008).

Ascosphaera spp. to grzyby początkowo kojarzone tylko z larwami pszczoły miodnej (Wynns, Jensen, Eilenberg, 2013). Niektóre gatunki *Ascosphaera* są patogenne i powodują grzybicę wapienną czerwiu pszczelego u pszczoł formujących rodziny i u pszczoł samotnic (Wynns, Jensen, Eilenberg, 2013).

Wirus zdeformowanych skrzydeł typ A i B jest jedną z przyczyn wysokich strat rodzin pszczelich powiązanych z pasożytniczym roztoczem *Varroa destructor* (Ball, Allen 1988, Bowen-Walker i in., 1999; Tentcheva i in., 2004). Bez obecności *V. destructor* wirus jest niegroźny i można go znaleźć we wszystkich stadiach rozwojowych pszczoły (Y. Chen, Pettis, Feldlaufer, 2005; Yue, Genersch, 2005; Chen i in., 2006). *V. destructor* aktywuje wirusa,

w wyniku czego rodzą się pszczoły o zdeformowanych skrzydłach i skróconym odwłoku, żyjące krócej (Ball, Allen, 1988; Martin, 2001; Martin i inni, 1998; Nordström, 2003). Wirus ten atakuje także inne gatunki pszczoł oraz trzmiele (Furst i in., 2014; Levitt i in., 2013; Genersch i in., 2006; Peng i in., 2011; Meeus i in., 2010; Singh i in., 2010).

Wirus włókienkowy pszczoły miodnej namnaża się w ciele tłuszczowym pszczoły oraz w jajnikach. Życie pszczoł zakażonych *N. apis* i tym wirusem skraca się znacznie w porównaniu do pszczoł zarażonych tylko *N. apis* (Bailey, Ball, 1983). Znaleziono go również u pszczoł samotnic (Ravoet i in., 2014).

Kaszmirski wirus pszczoł atakuje pszczołę wschodnią (*Apis cerana*), pszczołę miodną, trzmiele oraz osy (Ward i in., 2007). Nie do końca znana jest jego patogenezą oraz objawy, jednak sugeruje się, że jest najbardziej wirulentnym ze znanych wirusów pszczelich (Allen, Ball, 1995).

Wirus choroby czarnych mateczników u pszczoł miodnych powoduje zamieranie larw matecznych, a czasami także czerwiu pszczelego (Yan Ping Chen, Siede, 2007). Jest silnie powiązany z nosemozą, ponieważ u dorosłych pszczoł bez

obecności spor *Nosema* nie namnaża się wcale. Skraca on życie również dorosłych pszczoł, namnaża się także u trzmieli (Peng i in., 2011) i pszczoł samotnych (Singh i in., 2011).

Izraelski wirus ostrego paraliżu

pszczoł łączony jest z masowym ginieniem rodzin pszczelich w USA (CCD), ale obecny jest prawie na całym świecie (Ellis, Munn 2005; Cox-Foster i in., 2007; Maori i in. 2007). Zakażenie nawet niewielką ilością wirusa (drogą przez hemolimfę) kończy się dla trzmieli śmiercią (Niu i in., 2014). Wykryto go także u pszczoł samotnych, gdzie może wpływać na długość hibernacji osobników dorosłych przed ich wygrzaniem kokonu (Singh, 2011).

W przypadku innych zapylaczy znamy zaledwie nieliczne czynniki chorobotwórcze. U motyli z gatunku osadnika egeria (*Pararge aegeria*) z rodziny rusałkowatych występuje bakulowirus AcMNPV, powodujący zaburzenie rozwoju larwalnego, szczególnie w przypadku, gdy rośliny służące jako gospodarze dla larw są pod wpływem suszy (Gibbs, Weir, 2017). U kilku różnych gatunków motyli oraz ciem występują także różne formy *Nosema* (Yaman i in., 2014).

Na temat chorób u bzygów i chrząszczy nie wiemy właściwie nic.



Zmiany klimatu

Według piątego raportu Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu utworzonego w ramach Programu Środowiskowego Organizacji Narodów Zjednoczonych (IPCC, 2014) „Ocieplenie systemu klimatycznego jest bezdyskusyjne. Wiele zmian obserwowanych w systemie od lat pięćdziesiątych XX wieku nie ma precedensu w skali wielu dziesięcioleci, a nawet tysiącleci. Atmosfera i ocean ogrzały się, zmniejszyły się masy śniegu i lodu, poziom oceanów się podniósł, a stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze – wzrosło”. Zmiana klimatu jest zjawiskiem globalnym, potwierdzonym rzetelnymi danymi naukowymi (więcej na ten temat w raporcie dotyczącym różnorodności biologicznej, IPBES 2019). Również w Polsce od końca XIX wieku obserwujemy stały wzrost temperatury powietrza ze znaczącym skokiem od roku 1989.

Zmiany klimatyczne postrzega się powszechnie jako ocieplenie powietrza i oceanów oraz poważne anomalie w występowaniu zjawisk pogodowych. Rzadziej wspomina się o zaburzeniach naturalnych procesów warunkujących trwanie organizmów żywych oraz kształtujących interakcje między nimi. Jedną z ważniejszych relacji, zarówno dla roślin jak i zwierząt, jest zapylanie kwiatów.

Zmiany klimatyczne mogą zakłócać interakcje roślina-zapylacz na wielu poziomach (osobniczym, biocenotycznym, ekosystemowym) (González-Varo i in., 2013). Już obecnie obserwujemy istotny wpływ tych zmian na procesy fenologiczne objawiające się rozbieżnością pomiędzy terminami zakwitania roślin a pojawianiem się dorosłych osobników owadów zapylających korzystających z nektaru i pyłku tych roślin (Ramos-Jiliberto i in., 2018). Pojawy fenologiczne (czyli fazy rozwoju określonych gatunków roślin wyznaczające pory roku; pojawami mogą być np. rozwój liści, kwitnienie, czy zrzucanie liści) uzależnione są głównie od temperatury, poziomu opadów, nasłonecznienia, długości zalegania pokrywy śnieżnej. Dane brytyjskie wskazują, że 16% spośród 385 analizowanych gatunków roślin zakwitało średnio 15 dni wcześniej w latach 1991–2000 w stosunku do terminów notowanych w latach 1954–1990 (Fitter i Fitter, 2002). Miller-Rushing i in. (2006) analizując wieloletnie dane (1881–2004) z jednego z arboretów w USA, dotyczące terminów kwitnienia kilkudziesięciu gatunków roślin oraz wyniki własnych obserwacji, stwierdzili przyspieszenie kwitnienia średnio o 4 dni wraz ze wzrostem temperatury o 1 st. C w okresie od lutego do

maja. Poza wpływem ocieplenia klimatu na terminy zakwitania roślin obserwuje się znaczące zmiany długości okresu kwitnienia oraz ich wpływ na zależności ekosystemowe. Coraz częściej owady rozpoczynają swoją sezonową aktywność dopiero po okresie pełni kwitnienia roślin pokarmowych, a rozbieżności obserwowane są ze szczególną siłą w początkowym okresie sezonu wegetacyjnego (Fitter i Fitter, 2002; Petanidou i in., 2014). Dysharmonia pomiędzy terminem kwitnienia i aktywnością owadów zmienia relacje konkurencji w biocenozie i negatywnie wpływa na tworzenie nasion i owoców. Przykładem może być znaczący spadek produkcji nasion wczesnowiosennej kokoryczy pełnej (*Corydalis solida*) w roku z wczesną, ciepłą wiosną (Ziemiański i Zych, 2016). Zmiany cykli fenologicznych będą szczególnie niebezpieczne dla roślin endemicznych, których populacje najszybciej odczują skutki niedopylania (Cahill i in., 2013).

Poza wpływem wzrostu temperatury dobowej na zmiany przebiegu kwitnienia poszczególnych gatunków roślin w sezonie (początek, długość fazy pełni kwitnienia oraz całkowity czas kwitnienia roślin w populacji), modyfikacji ulegają dobowe wzorce otwierania się kwiatów oraz dynamika dziennej aktywności owadów (Petanidou i in., 2014). Wyższe wartości temperatury powietrza od godzin

porannych oraz ekstrema termiczne w godzinach południowych powodują, że zapyłacze, unikając przegrzania, ograniczają liczbę odwiedzanych kwiatów oraz zasięg lotów. Prowadzi to do zmian wzorców przepływu pyłku w obrębie i pomiędzy populacjami oraz zmniejsza efektywność zapyleń krzyżowych (Scaven i Rafferty, 2013). Wzrost temperatury modyfikuje też wielkość kwiatów. W skrajnych przypadkach, zmniejszenie średnicy korony kwiatowej może ograniczać intensywność oblotu na skutek mniejszej dostępności nagrody kwiatowej dla niektórych grup zapyłaczy (Hoover i in., 2012). Można przypuszczać, że jeśli zmiany wielkości kwiatów będą miały trwały charakter, to dojdzie do zmiany zespołów zapyłaczy.

Spośród czynników klimatycznych wpływających na produkcję nektaru i pyłku u roślin największe znaczenie mają temperatura powietrza oraz jego wilgotność względna. Systematyczny wzrost temperatury powietrza oraz zagrożenie niedoborem wody i suszą modyfikują ilość wydzielanego nektaru oraz jego skład chemiczny. Poszczególne gatunki roślin mogą różnie reagować na fluktuacje termiczne. Krótkoterminowy, niewielki wzrost temperatur stymuluje sekrecję nektaru, ale scenariusze długotrwałego wzrostu temperatur przewidują redukcję wydzielanego nektaru u wielu gatunków

(Scaven i Rafferty, 2013). Prognozuje się, że wzrost temperatury powietrza powyżej optymalnej będzie miał najbardziej niekorzystny wpływ na procesy nektarowania u roślin kwitnących w okresie letnim i późnoletnim. Dodatkowo, towarzyszący wzrostom temperatury spadek wilgotności powietrza powoduje nadmierne zagęszczenie nektaru i trudności z jego pobraniem przez owady (Pacini i in., 2003). Ich narządy gębowe są przystosowane do korzystania z nektaru o optymalnym dla nich stężeniu cukrów, zapewniającym odpowiednią lepkość. Na przykład pszczoły preferują nektar o wyższym stężeniu cukrów (ok. 35%), podczas gdy nektar dostępny dla nietoperzy lub ciem charakteryzuje się niższym stężeniem cukrów (kolejno 17% i 19%) (Heyneman, 1983). Inne badania dowodzą, że optymalne stężenie nektaru, którym odżywiają się motyle, wynosi 35–45%, a nektar o stężeniu powyżej 30–40% jest trudny do pobrania przez te owady, ponieważ ich długie, cienkie ssawki przystosowane są do pobierania rozcieńczonego, nielepkiego nektaru (Willmer, 2011).

Istotny wpływ na produkcję nektaru ma również zasobność gleby w wodę. W okresach przedłużającej się suszy i spadku wilgotności gleby produkcja nektaru jest znacznie ograniczona. Większość roślin strefy umiarkowanej najlepiej nektaruje, gdy wilgotność gleby wynosi 50–60%.

W ostatniej dekadzie na większości obszarów Polski wskaźnik wilgotności gleb wynosi w okresie letnim poniżej 30–40%, co powoduje deficyt wody w strefie korzeniowej. Aktualnie, w roku 2020, określonym jako szczególnie suchy, wskaźnik wilgotności gleby w płytkiej warstwie gleb spadł poniżej 30%, a miejscami poniżej 20% (IMGW, kwiecień–maj).

Poza właściwościami nektaru, wzrost temperatury może modyfikować inne cechy kwiatów, które wpływają na interakcję z owadami zapyłającymi, np. emisję związków zapachowych, co zmienia potencjał zwabiania zapyłaczy i przekłada się na trudności z odnajdywaniem nagrody kwiatowej (Yuan i in., 2009).

Zmiany klimatu wiążą się również ze zwiększoną częstotliwością ekstremalnych zjawisk atmosferycznych (wiatry, opady nawalne). Silne wiatry uszkadzają kwiaty oraz zmniejszają ilość dostępnego nektaru, głównie u gatunków z tzw. odkrytymi nektarnikami. Również opady niszczą kwiaty i wypłukują nektar, a owady unikają takich kwiatów. Ponadto w takich warunkach pogodowych owady nie funkcjonują.

Poza nektarem owady zapyłające odżywiają się pyłkiem, który dostarcza białka, soli mineralnych, witamin, hormonów. Dowiedziono, że wzrost temperatury powietrza powyżej optimum oraz stres suszy w okresie formowania ziaren pyłku

znacznie ogranicza ilość produkowanego pyłku, a w skrajnych przypadkach obserwuje się nawet pylniki bez pyłku (Koti i in., 2005; Denisow, 2011). Notuje się również spadek żywotności ziaren pyłku, tj. wzrasta udział ziaren, które pozbawione są cytoplazmy. Takie ziarna są nie tylko bezwartościowe jako pokarm dla zapyłaczy, ale również nie mogą brać udziału w skutecznym zapłodnieniu zalążków.

Spadek produkcji nektaru i pyłku w kwiatach skutkuje ograniczeniem zasobów pokarmowych całych fitocenoz (Petanidou i in., 2018). Jest to szczególnie dotkliwe w przypadku gatunków dominujących w fitocenozach, bowiem ich wkład w zasoby pokarmowe jest największy (Denisow, 2011; Jachuła, 2018b). Zwiększające się braki pokarmu (nektaru i pyłku) wpływają niekorzystnie na funkcje życiowe owadów i powodują osłabienie ich populacji (Filipiak i in., 2017). Na podstawie dostępnych danych można przewidywać dalszy spadek liczebności owadów. W Polsce wzrost deficytu pokarmu na poziomie fitocenotycznym będzie dotyczył okresu późnowiosennego i letniego, gdy populacje owadów charakteryzują się najwyższą liczebnością. Będą się również pogłębiały notowane obecnie niedobory wczesnowiosenne i późnoletnie.

Znaczny spadek wydajności cukrowej roślin (produkcji cukrów z jednostki powierzchni) oraz wydajności pyłkowej

roślin (produkcji pyłku z jednostki powierzchni), będzie głównie konsekwencją przewidywanego ograniczania obfitości kwitnienia poszczególnych gatunków roślin w warunkach przedłużających się deficytów wody i wzrostu temperatur (Walther, 2003). Wielokrotnie potwierdzono, że w przypadku roślin klimatu umiarkowanego stres suszy powoduje istotny spadek liczby osobników w populacji oraz wytwarzanych przez nie kwiatów, w konsekwencji spada znacznie obfitość kwitnienia z jednostki powierzchni (Denisow, 2011; Jachuła i in., 2018 a, b). Podobne dane dotyczące spadku liczby wytwarzanych kwiatów na stres klimatyczny odnoszą się do roślin górskich (Saavedra i in., 2003) oraz gatunków śródziemnomorskich (Takkis i in., 2015). Powtarzające się lata bez pokrywy śnieżnej oraz krótsze jej zaleganie sprzyjają uszkodzeniom pączków kwiatowych, kiedy pojawiają się spadki temperatur i wiosenne przymrozki. Większość gatunków w strefie klimatu umiarkowanego to hemikryptofity z pąkami na powierzchni gleby, dlatego skrajne warunki pogodowe (skoki temperatur, susza) powodują istotne ograniczenie ich kwitnienia, np. spadki obfitości kwitnienia hemikryptofitów występujących w runie lasu grądowego sięgają 80–90% w stosunku do lat o przeciętnych warunkach termiczno-opadowych (Denisow,

Szentgyörgyi, badania własne, niepublikowane).

Obfitość kwitnienia jest głównym czynnikiem determinującym wielkość bazy pokarmowej dla owadów na poziomie fitocenotycznym i krajobrazowym (Denisow, 2011; Jachuła i in., 2018 a, b). Zmiany wewnątrz- i międzypopulacyjne wzorców obfitości kwitnienia w biocenozach będą modyfikowały zależności konkurencyjne pomiędzy gatunkami roślin i owadów, a więc znacznie zmieniać relacje w sieciach zapyleń.

Długotrwałym efektem zmieniającego się klimatu są także zmiany zasięgu występowania gatunków roślin i zwierząt. Migracja owadów przebiega szybciej niż roślin, co oznacza, że jako pierwsze skolonizują one nowe tereny. Niesie to za sobą dalsze rozregulowanie relacji między roślinami a owadami. Niektóre gatunki roślin mogą stracić swojego zapylacza, a nowo pojawiające się gatunki owadów niekoniecznie muszą wypełnić niszę. Prognozy sugerują poważne przesunięcia ku północy obszarów występowania niektórych gatunków trzmieli, co przy obecnym tempie zmian nastąpi do końca tego stulecia. Dla przykładu, trzmiel rdzawoodwłokowy (*Bombus pomorum*) występujący dość nielicznie na terenie całej Polski do końca tego stulecia może całkowicie przenieść się do Skandynawii. W zamian za to może

u nas zagościć *Bombus zonatus* – gatunek występujący obecnie na terenie Karpat i krajów bałkańskich. Może się wydawać, że taka zamiana nie jest groźna – ustępuje jeden gatunek, ale pojawia się inny. Jednak rośliny nie przemieszczają się tak szybko jak ich zapylacz, a prognozy nie są w stanie przewidzieć, czy przesuwające się na północ gatunki owadów znajdą odpowiednie rośliny pożytkowe. Jeśli nie, to z braku pokarmu w rejonach północnych, nie będą w stanie ich kolonizować, a jednocześnie stracą południowe obszary występowania. W efekcie ich zasięg geograficzny ulegnie redukcji, a w skrajnych przypadkach znikną one całkowicie (Kovács-Hostyánszki i in., 2016).

Badania na terenach górskich potwierdzają raczej ten drugi scenariusz. Zmiana klimatu oznacza nie tylko ocieplenie klimatu od równika w kierunku biegunów, ale także ocieplanie coraz wyższych partii gór, a co za tym idzie powolne przesuwanie się pięter roślinności oraz gatunków zwierząt w kierunku szczytu. Badania nad występowaniem gatunków trzmieli w hiszpańskich górach dowodzą, że w ostatnich latach już doszło do przesuwania się granic występowania niektórych trzmieli, głównie ze środkowych partii gór w kierunku wyższych oraz wymieszania składu gatunkowego ze środkowych i wyższych, najchłodniejszych partii gór. Niestety konsekwencje tych zmian

w ekosystemach górskich nie są jeszcze w pełni poznane. Jednak wiadomo, że dla zimnolubnych gatunków, niemogących już wyżej „uciekać” przed ociepleniem, zmiana klimatu może prowadzić do ich wymarcia poprzez całkowitą utratę odpowiednich siedlisk (Ploquin i in., 2014).

Kolejnym skutkiem zmian klimatu jest rozprzestrzenianie się obcych gatunków inwazyjnych, ich wnikanie do fitocenoz rodzimych oraz przebudowa składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych. Ich obecność obniża sukces reprodukcyjny rodzimych gatunków roślin. Negatywnie wpływa też na zespoły zapyłaczy. Opanowanie dużych przestrzeni przez rośliny inwazyjne (np. niecierpek gruczołowaty, gatunki z rodzaju nawłóć czy rudbekia), a w konsekwencji eliminacja roślin rodzimych z fitocenoz powoduje, że dieta owadów staje się monotonna, okresowo pogłębiają się trudności z dostępnością pokarmu, co niekorzystnie wpływa na żywotność osobników i przekłada się na redukcję wielkości populacji. W fitocenozach opanowanych przez gatunki inwazyjne zmienia się kompozycja zespołów owadów, co przekłada się na destrukcję sieci zapyleń (Stout i Tiedeken, 2017).

Zmiany klimatyczne mogą wpływać także na pojawianie się szeregu chorób oraz innych zjawisk patologicznych w populacjach zapyłaczy. Dynamika interakcji pomiędzy owadem a patogenem

zmienia się wraz ze zmieniającymi się czynnikami klimatu (np. temperaturą, obfitością opadów, itp.). Różne warunki pogodowe mogą wpływać na transmisję i zakaźność różnych patogenów. Na przykład temperatura ma często wpływ na zdolność patogenów do zamknięcia cyklu rozwojowego owadów (Meeus i in., 2018).

Redukcja ilości pożytków kwiatowych lub przesunięcie terminów kwitnienia, powoduje, że owady mogą korzystać z mniejszej liczby kwiatów. Prowadzi to do zwiększenia liczby odwiedzin na pojedynczym kwiecie, a w konsekwencji do znacznie częstszych kontaktów wewnątrz- i międzygatunkowych na tych kwiatach, co zwiększa potencjał transmisji patogenów (Meeus i in. 2018).

Jedną z pierwszych publikacji, która zwróciła uwagę nie tylko środowiska naukowego, ale i opinii publicznej na wymieranie owadów, jest praca Hallmanna i in. (2017), w której wykazano 75-procentowy spadek liczebności owadów latających na terenach chronionych w Niemczech. Artykuł ten zapoczątkował wzrost liczby badań wskazujących na gwałtowny spadek liczebności wielu grup i gatunków owadów oraz szukających przyczyn tej groźnej sytuacji. W swojej pracy przeglądowej Sánchez-Bayo i Wyckhuys (2019) wskazują na cztery główne przyczyny: zanikanie siedlisk, zanieczyszczenie środowiska (w tym

zanieczyszczenie pestycydami), intensyfikacja niektórych zjawisk biologicznych (np. proces inwazji gatunków obcych) oraz zmiany klimatu. Autorzy cytowanego opracowania podają, że już obecnie wiele gatunków ważek, widelnic, trzmieli oraz chrząszczy, zaadaptowanych do chłodniejszego klimatu, zmniejsza swoją liczebność w rejonie Morza Śródziemnego. Wprawdzie zmiany klimatu w rejonach górskich czy też rejonach klimatu umiarkowanego jak na razie nie są główną przyczyną wymierania owadów, jednak wraz ze wzrostem temperatur, które możemy obserwować również w Polsce, czynnik ten może niestety zyskać na znaczeniu.

Wpływ zmiany klimatu na pszczołowate

Jedną z grup owadów, na które negatywny wpływ zmian klimatu jest najlepiej udokumentowany, są pszczołowate. Najbardziej spektakularnym przykładem jest zmiana biologii pszczoły miodnej (i jej najgroźniejszego pasożyta) w klimacie umiarkowanym, a mianowicie wydłużenie okresu występowania czerw w związku z dość wysokimi temperaturami zimą. Jeszcze 10 lat temu, gdy zimy w Europie Środkowej były mroźne, czerw w rodzinach pszczelich właściwie w tym okresie nie występował, co wiązało się z naturalną przerwą w rozmnażaniu pasożyta

Varroa destructor (patrz rozdział: Choroby). W konsekwencji rodziny pszczele, w których zredukowano populację pasożyta przed zimą, były po tym okresie od niego wolne. Obecnie, gdy temperatury w grudniu potrafią osiągać nawet 10°C, czerw występuje niemalże przez cały rok, co pozwala na nieprzerwane (a zimą także niezakłócone przez zabiegi lecznicze) namnażanie się *V. destructor* oraz wirusów takich jak wirus zdeformowanych skrzydeł oraz wirus ostrego paraliżu pszczół. To sprawia, że, jeśli rodziny dożyją wiosny, to często są bardzo słabe, a zastosowanie zabiegów przeciwartozyczowych jest nierzadko nieskuteczne ze względu na ogromne ilości wirusów, które zabijają rodzinę. Zanim jednak rodzina zginie, zdąży rozprzestrzenić znajdujące się w niej patogeny (wirusy oraz roztocze) na innych zapyłaczy poprzez kwiaty, na których się spotykają (Adler i in., 2018). Najlepszym przykładem jest tu wirus zdeformowanych skrzydeł, na który wrażliwe są też trzmiele oraz pszczoły samotnice i pszczoły bezżądłe (Fürst i in., 2014; Ravoet i in. 2014). Zakażenie namnażającym się szybko wirusem jest dla nich często śmiertelne.

Kolejnym patogenem, który zmienia swoją specyfikę wraz ze zmianami klimatycznymi, jest *Nosema ceranae* (patrz rozdział: Choroby). Pasożyt ten powoduje ogromne straty rodzin pszczelich

w krajach śródziemnomorskich, gdzie średnie roczne temperatury są wysokie, natomiast w zimniejszym klimacie nie stanowi problemu (Forsgren i in., 2013). Badania pokazują, że w ciągu ostatnich 20 lat *N. ceranae* prawie wyparła z Europy swoją kuzynkę *N. apis* (która z kolei przestaje się namnażać w wysokich temperaturach) (Gajda i in., 2013). Ta druga właściwie nie stanowiła dużego zagrożenia dla dzikich zapyłaczy, podczas gdy *N. ceranae* może być śmiertelnym zagrożeniem zarówno dla pszczoł miodnych jak i innych owadów (Higes i in., 2006; Arbulo i in., 2015; Graystock i in., 2013). Wraz z tym pasożytem przenoszone są również wirusy, takie jak wirus choroby czarnych mateczników czy wirus włókienkowy pszczoły miodnej, które dodatkowo pogarszają przebieg choroby.

Ocieplający się klimat stwarza coraz lepsze warunki dla inwazyjnych gatunków szkodników i drapieżników zagrażających pszczołowatym. Szczególną uwagę należy zwrócić na szerszenia żółtonogiego (*Vespa velutina*), który od kilku lat kolonizuje Europę. Po pierwsze, z uwagi na podobne preferencje pokarmowe możliwa jest konkurencja z rodzimymi gatunkami os (np. z rodzimym szerszeniem europejskim *Vespa crabro*). Po drugie, szerszeń azjatycki jest sprawnym drapieżnikiem odławiającym nie tylko pszczoły miodne, ale także inne owady, w tym również inne

błonkówki i muchówki. Ponadto, u tego szerszenia potwierdzono występowanie wirusów pszczoły miodnej, trzmieli i pszczoł samotnic: wirus choroby woreczkowej, wirus choroby czarnych mateczników, wirus chronicznego paraliżu pszczoł i wirus ostrego paraliżu pszczoł, co czyni go potencjalnym wektorem chorób wirusowych zapyłaczy. W 2004 roku przypadkowa introdukcja jednej samicy tego owada zapoczątkowała lawinę. Początkowo spodziewano się, że ze względu na niskie temperatury miesięcy jesienno-zimowych w centralnej Europie inwazja ta w sposób naturalny zatrzyma się w rejonach śródziemnomorskich, ponieważ szerszeń ten nie jest w stanie zimować w zbyt niskich temperaturach. Jednakże zmiany klimatyczne (podnoszące się ciągle temperatury, szczególnie w zimowych miesiącach) spowodowały, że owad ten zdomowił się na dobre w Wielkiej Brytanii, a ostatnio również w Niemczech, co pozwala przypuszczać, że wkrótce inwazja obejmie większość Europy.

Roztocze z rodzaju *Tropilaelaps*, odobnie jak wspomniany wcześniej *V. destructor* potrzebują do rozmnażania czerwiu pszczelego, a także trzmielego. *Tropilaelaps* jest równie groźnym pasożytem co *Varroa*, jednak żywi się jedynie czerwiem, powodując u niego szereg patologii. Ponieważ nie jest w stanie przeżyć zbyt długo na dorosłych osobnikach

pszczół bez możliwości dostania się do komórki z czerwem, do tej pory jego występowanie w Europie zanotowano tylko raz, w Serbii. Jednak przewiduje się, że ciągła obecność czerw w rodzinach na skutek zmian klimatycznych spowoduje w najbliższej przyszłości rozprzestrzenienie się tego roztocza na kraje, które w tej chwili mają klimat umiarkowany.

Kolejnym gatunkiem, który zaczął kolonizować Europę, jest mały chrząszcz ulowy (*Aethina tumida*). Gatunek ten może powodować poważne szkody w rodzinach pszczelich i trzmielich (prowadzące nawet do osypania się rodziny). Jego larwy żywią się jajami, czerwem i zapasami pokarmu, powodują też ich fermentację. W słabych rodzinach inwazja wywołuje na ogół ogromne zniszczenia. Jednak w przypadku nasilonej inwazji małego chrząszcza nawet mocne rodziny są bezradne w obliczu szkód, jakie może on powodować. Pochód przez Europę rozpoczął on w 2004 roku na terytorium Włoch. Ponieważ część cyklu rozwojowego tego owada zachodzi w ziemi, mroźne zimy do tej pory uniemożliwiały jego rozprzestrzenienie się w chłodniejsze rejon kontynentu. Jednak przewiduje się, że wzrost temperatury w ciągu kilku lat pozwoli mu na kolonizację większości europejskich krajów.

Wspomniane wcześniej przesunięcia w kwitnieniu wielu roślin pożytkowych

powodują powstanie luk w dostępności pożywienia, co już samo w sobie ma katastrofalne dla zapylaczy skutki (śmierć głodowa). Następstwa tego zjawiska znajdują również oddźwięk w rozprzestrzenianiu i rozwijaniu się chorób.

Paenibacillus larvae, przetrwalniku-jąca bakteria powodująca śmiertelną dla rodzin pszczelich chorobę (zgnilec amerykański) rozprzestrzenia się przede wszystkim przez rabunki (Lindström i in., 2008), do których często dochodzi, gdy pszczoły nie mają dostępnych pożytków. Rabują wtedy inne rodziny z ich zapasów, a wraz z nimi przynoszą do gniazda wspomnianą bakterię. Takie zjawisko jest w ostatnich latach niezwykle częste i doprowadziło do wszechobecności *P. larvae* nie tylko w Polsce, ale również w Europie.

Wynikające z braku pożytku niedożywienie, a przez to ogólny zły stan zdrowia różnych postaci rozwojowych owadów sprawia, że patogeny takie jak *Melisso-coccus plutonius* (powodujący zgnilec europejski pszczół) czy *Ascosphaera apis* (powodujący grzybicę wapienną czerw w pszczoły miodnej, pszczół samotnic i trzmieli (Evison i in., 2012; Reynaldi i in., 2015) rozwijają się znacznie łatwiej, a choroby przez nie wywoływane występują znacznie częściej.

Pojawianie się niektórych chorób wirusowych jest ściśle związane z brakiem pożytków, występowaniem suszy, chłodu,

długotrwałej deszczowej pogody czy innych warunków, w których pszczoły zmuszone są pozostawać w rodzinie, podczas gdy zbieraczki powinny latać na pożytki. Mowa tu szczególnie o wirusie chronicznego paraliżu pszczół, który atakuje zarówno pszczołę miodną jak i trzmielę, ale także mrówki (Choi i in., 2010). Kiedy wszystkie pszczoły pozostają w rodzinie przez długi czas, robi się „tłok”, a owady chodząc po sobie nawzajem i ocierając się o siebie, wyłamują włoski. Powstałe w ten sposób ranki stają się wrotami wnikania wirusa chronicznego paraliżu. Zaczyna się on gwałtownie namnażać i wywoływać objawy choroby. Jednak część pszczół będzie wyglądała na zdrowe, a gdy pogoda się poprawi, wylecą na pożytki i poprzez kwiaty przekażą wirusa innym owadom.

Bardzo podobnie wygląda sytuacja w przypadku wirusa choroby woreczkowej, który również namnaża się w rodzinach pszczoły miodnej, kiedy zbieraczki – nosicielki przebywają w ulu przez długi czas. Są one wtedy zatrudniane jako karmicielki larw, które pobierają duże ilości wirusa z podawanym im pożywieniem. Nosicielki, kiedy pogoda się poprawia, nadal będą w stanie wylecieć na pożytki i tam zarazić pszczoły samotnice, u których również stwierdzono obecność tego patogenu (Ravoet i in., 2014).

Podsumowując, niekorzystne zmiany klimatyczne powodujące przerwy

w pożytkach sprawiają, że w rodzinach pszczoły miodnej namnaża się w tej chwili dużo częściej wiele różnych patogenów, które nie tylko przyczyniają się do strat w pogłowie pszczół, ale także licznych innych pszczołowatych.



Interakcje czynników zagrożenia w naturalnym środowisku

Każdy z wyżej wymienionych czynników może przyczynić się do osłabienia i zaniku populacji owadów zapyłających. W warunkach laboratoryjnych część z tych czynników możemy łatwo przebadать, jednak w środowisku, w którym żyją zapyłacze, najczęściej występuje wiele czynników ryzyka jednocześnie. Ich wzajemne interakcje mogą powodować nie tylko zsumowanie negatywnych efektów, ale często efekt synergii i wzmacnianie negatywnego oddziaływania (Gonzalez-Varo i in., 2013; Vandenberg i Insect Pollinators Initiative, 2013). W przypadku rolnictwa interakcja czynników związanych z bazą pożytkową (monokultury, pestycydy, fragmentacja siedlisk) zawsze działa synergistycznie – jest bardziej szkodliwa, niż wynikałoby to z sumy skutków pojedynczych czynników (Ollerton i in., 2014). Organizm pszczoł zatrutych pestycydami lub innymi zanieczyszczeniami środowiska jest osłabiony, łatwiej zaraża się i poddaje patogenom i chorobom (Collison i in., 2015). Insektocydy działają przede wszystkim na układ nerwowy owadów – zmniejszają orientację w terenie, pogarszają pamięć i przez to utrudniają zbieranie pokarmu, a nawet utrudniają odnajdywanie swoich gniazd w środowisku. Ponadto fragmentacja

terenu dodatkowo ogranicza dostęp zatrutych owadów do pokarmu.

Podobnych powiązań jest bardzo wiele, często są one niezbadane, a niekiedy nawet nie zdajemy sobie z nich sprawy. W ekosystemach istnieje sieć wzajemnych powiązań między gatunkami, zaburzenia powodowane przez wyżej opisane czynniki będą zatem działać nie tylko pośrednio na dany gatunek, ale także, poprzez jego ekologiczne zależności, na cały ekosystem. Dlatego naszym celem powinno być zapobieganie niszczeniu ekosystemów, bo tylko wtedy będziemy w stanie podtrzymać wszelkie spełniane w nich funkcje ekologiczne.

Pestycydy

Każdego roku do środowiska wprowadzane są ogromne ilości pestycydów. Pomagają one zwiększać plony i chronić uprawy przed stratami, ale równocześnie mają negatywny wpływ na środowisko oraz na owady zapyłające. Musimy dążyć do zrównoważonego i odpowiedzialnego stosowania pestycydów. Należy ograniczyć stosowanie chemicznych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum, propagując w pierwszej kolejności metody niechemiczne, w szczególności metody agrotechniczne, fizyczne,

mechaniczne lub biologiczne. Stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin, której główne założenia wskazano powyżej, jest obowiązkowe dla wszystkich profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin od 2014 roku.

W uprawie amatorskiej zasady integrowanej ochrony roślin nie są jednak obowiązkowe. Chemiczne środki ochrony roślin są stosowane przez właścicieli przydomowych ogrodów, działkowców, a nawet osoby upiększające kwiatami balkony i tarasy. Lokowanie tego typu produktów w programach telewizyjnych poświęconych pielęgnacji ogrodów jest niezwykle częste. Rezygnacja ze stosowania pestycydów w przydomowym ogrodzie lub na tarasie jest jednak jak najbardziej możliwa. Coraz powszechniej dostępna jest wiedza na temat naturalnych, biologicznych i bezpiecznych metod ochrony roślin, zwłaszcza tych ogrodowych. Pasjonaci i amatorzy ogrodów na swoich portalach internetowych znajdują naturalne alternatywy dla oprysków chemią. Pamiętajmy, że stosując chemiczne środki ochrony roślin w ogrodzie, wprowadzamy pestycydy zarówno do naszego najbliższego otoczenia, jak i miejsca bytowania owadów zapyłających. Niech nasze kwitnące ogrody staną się bezpiecznym i wolnym od pestycydów domem dla zapylaczy.

Co zagraża zapylaczom?



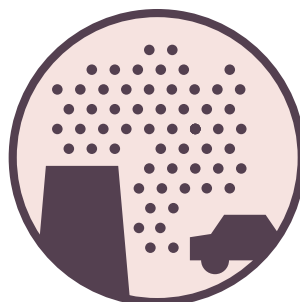
**degradacja
siedlisk**



pestycydy



choroby



**zanieczyszczenie
środowiska**



**masowa hodowla
owadów**



**zmiany
klimatu**



Jak wspierać populacje zapyłaczy?

Dla utrzymania należytej liczebności populacji i bioróżnorodności owadów zapyłających niezbędne jest zapewnienie im:

- siedliska o odpowiednich parametrach, czyli miejsca do życia;
- odpowiednich źródeł pokarmu.

Zabezpieczaniem tych kluczowych dla zapyłaczy zasobów powinniśmy zająć się na wszelkich możliwych poziomach – począwszy od strategicznych decyzji na szczeblu państwowym, poprzez skoordynowane działania regionalne promujące różnorodność zapyłaczy, lokalne inicjatywy samorządowe i obywatelskie, a skończywszy na indywidualnych decyzjach i zobowiązaniach każdego z nas.

Utrzymanie i odtworzenie odpowiednich miejsc życia, rozrodu i gniazdowania zapyłaczy jest szczególnie ważne na terenach rolniczych, gdzie owady te są naszymi strategicznymi sprzymierzeńcami w produkcji żywności. Ponieważ większość z nich jest związana z krajobrazem rolniczym lub znajduje się pod wpływem działania rolnictwa, pierwszym i najważniejszym krokiem jest zmiana niektórych metod gospodarowania na terenach rolnych. Należy podkreślić, że obecne rekomendacje i przepisy dotyczące rolnictwa zawierają już wiele metod wspomagających utrzymanie owadów zapyłających. Niestety, są to

rekomendacje stosowane tylko na części upraw. Poniżej wskazujemy najważniejsze z nich:

Zasady „zazielenienia” polegają na dywersyfikacji upraw, dzięki której na terenach objętych dopłatami za zazielenienie, w zależności od wielkości areálu, rolnik musi uprawiać minimum dwie albo trzy różne uprawy, tak by żadna nie zajmowała więcej niż 75% całości obszaru. Zasada ta zmniejsza powierzchnię monokultur, skutkuje bardziej zróżnicowanym środowiskiem i może w pewnych okolicznościach zapewnić pożytek dla owadów zapyłających. Aby się tak jednak stało, przynajmniej jedna z upraw powinna być uprawą nektaro- lub pyłkodajną. Propozycje takich rozwiązań zostały już częściowo dla Polski opracowane (Jachuła i in., 2018a).

Zazielenienie to także pozostawienie obszarów proekologicznych na terenie gospodarstwa, co zapewnia owadom miejsce rozrodu. Podobny efekt dają trwałe użytki zielone. Obszary proekologiczne, w szczególności takie jak łąki, zadrzewienia liniowe i śródpolne, powinny dzielić jednolitą uprawę na kilka części, by ułatwić przemieszczanie się owadów. Dodatkowo mogą być one wzbogacane kwitnącymi roślinami pyłko- i nektarodajnymi (najlepiej rodzimymi). Zachowanie takich trwałych elementów krajobrazu pozwala

jednocześnie na niezakłóconą budowę gniazd owadów w glebie. Jest to szczególnie istotne tam, gdzie wiele sąsiadujących pól obsiewane jest zbożem bądź innymi roślinami niedostarczającymi pożytku owadom zapyłającym. O ile to możliwe, w tych latach, kiedy pole nie jest uprawiane w celu uzyskania plonu, powinno się je obsiewać nasionami roślin pożytkowych (np. gryką, koniczyną, facelią).

Miejsce przyjazne dla owadów zapyłających należy tworzyć także w pobliżu ludzkich siedzib, na terenach wsi i miast. Łąki kwietne (patrz „Łąki kwietne”) czy specjalnie przygotowane tzw. pastwiska dla pszczół wraz pozostawieniem odpowiednich miejsc gniazdowania (skarpy, suche rośliny, stosy kamieni, kawałki próchniejącego drewna) lub przygotowanie tzw. hoteli dla pszczół (patrz „Domki i hotele dla pszczół”) pomaga owadom zapyłającym utrzymać się nawet na terenach zdominowanych przez ludzi. Warto jednak pamiętać, że tereny zabudowane dostarczają mniej pożytku na jednostkę powierzchni niż tereny naturalne czy półnaturalne, zatem zakładając popularne ostatnio miejskie pasieki, trzeba pamiętać o kontrolowaniu liczby rodzin, tak by nie wypierały dzikich gatunków zapyłaczy.

Działalność rolnicza często wiąże się ze stosowaniem środków chemicznych w celu usuwania szkodników czy

niepożądanych roślin występujących na uprawach. Niestety dotyczy to zarówno wsi, jak i miast (np. ogrody działkowe), terenów przemysłowych, ciągów komunikacyjnych i obszarów zalesionych, gdzie chemicznie eliminuje się niechciane organizmy. Ważne jest, by miejsce bytowania i pokarm owadów zapyłających były wolne od wszelkich zanieczyszczeń, a działaniem najbardziej dla nich szkodliwym jest właśnie stosowanie środków ochrony roślin. Z tego powodu ochrona zapyłaczy musi zakładać ogólne ograniczenie użycia pestycydów. Oznacza to w pierwszej kolejności stosowanie się do już obowiązujących zasad, których przestrzeganie ciągle nie jest odpowiednio kontrolowane, ale także wprowadzenie w przyszłości zdecydowanie bardziej restrykcyjnych przepisów prawa. O szczegółowych zaleceniach można przeczytać w innym miejscu strategii (patrz „Pestycydy”).

Aby odpowiednio zadbać o równowagę i różnorodność populacji dzikich zapyłaczy na danym terenie, konieczne jest minimalizowanie konkurencji z zapyłaczami hodowlanymi, w szczególności pszczołą miodną. Oznacza to kontrolowanie lokalnego zagęszczenia rodzin pszczelich. Zakłada się, że przy dużej dostępności pożytków nie należy wystawiać więcej niż trzech rodzin pszczelich na 1 km kw., co pozwala na zapewnienie

odpowiedniego odżywienia zarówno dla pszczoły miodnej, jak i dzikich gatunków. Przy uboższej bazie pożytkowej rodzin powinno być odpowiednio mniej. Aby nie tworzyć konkurencji naturalnie występującym owadom zapyłającym, nie powinno się ustawiać rodzin pszczelich na terenach chronionych, takich jak rezerваты i parki narodowe. Zakaz ten ma także na celu zminimalizowanie ryzyka transferu patogenów do organizmów owadów dziko żyjących, co w przypadku rzadkich gatunków może mieć katastrofalne konsekwencje.

Aby unikać kolejnego zagrożenia, konieczna jest regularna kontrola zdrowia i zintegrowane leczenie rodzin pszczelich. Wprawdzie jest to działanie jednostronne, ponieważ ogranicza rozprzestrzenianie się chorób wyłącznie od rodzin pszczelich na dzikie owady, ale w ten sposób można ograniczyć wymieranie zarówno dzikich, jak i hodowlanych zapyłaczy. Biorąc pod uwagę spore zagęszczenie rodzin pszczelich w Polsce, prawdopodobnie pozwoliłoby to ograniczyć regres populacji wielu dzikich zapyłaczy, które właśnie od pszczół miodnych zarażają się licznymi patogenami. Niezbędne jest zatem wprowadzanie nakazów rejestracji pasiek (choćby jednoulowych) w organach Inspekcji Weterynaryjnej, ponieważ tylko dzięki rzetelnym informacjom na temat liczby pasiek na

danym terenie można zapobiegać rozprzeczeleniu. Spisywana przynajmniej raz do roku powinna być także liczba rodzin pszczelich.

Aby zapobiegać rozprzeczeleniu się chorób wraz z chorymi rodzinami, oddziałami, pakietami i matkami, Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (wcześniej Agencja Rynku Rolnego) może nakazać producentom wyżej wymienionych produktów badanie laboratoryjne rodzin w pasiece, z której one pochodzą, pod względem występowania najważniejszych chorób pszczół (taka praktyka była stosowana już wcześniej z bardzo pozytywnym skutkiem). Dzięki temu pszczelarze byłiby pewni, że kupują zdrowe pszczoły.

W działaniach związanych z opieką nad rodzinami pszczelimi w danej okolicy oraz stosowaniem dobrej praktyki pszczelarskiej pomocna mogłaby okazać się instytucja Inspektora Pszczelarstwa, która w Skandynawii jest bardzo powszechna i dobrze przyjmowana.

Do obowiązków takiego Inspektora należy kontrola stanu rodzin pszczelich, nadzór nad ich liczbą oraz zdrowiem, czyli także prawidłowym stosowaniem zarejestrowanych produktów leczniczych, oraz szkolenie pszczelarzy w zakresie dbania o zdrowie rodzin pszczelich. Do utworzenia takiej instytucji potrzebna jest jednak wykwalifikowana kadra. W Polsce chorobami pszczół zajmują

się lekarze weterynarii (wolnej praktyki jak i Służby Weterynaryjne). Niestety, w obecnym programie studiów weterynaryjnych temat gospodarki pasiecznej i chorób pszczół traktowany jest niezwykle skrótowo. Aby zatem stworzyć odpowiednio wykwalifikowane zasoby kadrowe, konieczne jest zwiększenie nacisku na edukację o chorobach owadów użytkowych.

Edukacja jest istotnym elementem strategii ochrony owadów zapyłających. Przy znikomej wiedzy przyrodniczej, w tym entomologicznej społeczeństwa ważne jest nie tylko uświadamianie kluczowej funkcji, jaką pełnią owady zapyłające w ekosystemach naturalnych, ale także wskazywanie na ogromne korzyści ekonomiczne płynące z zapyłania upraw. Wszelkie przekazy powinny podkreślać znaczenie różnorodności organizmów zapyłających dla stabilności ekosystemów i bezpieczeństwa żywnościowego oraz wskazywać, że regres populacji zapyłaczy oznacza m.in. znaczący wzrost kosztów produkcji żywności, a w niektórych przypadkach wręcz brak pewnych produktów. Działania edukacyjne powinny stymulować zmianę podejścia obywateli do kwestii różnorodności przyrodniczej i zachęcać do stosowania określonych rozwiązań w architekturze krajobrazu, takich jak łąki kwietne czy kolorowe ogrody sprzyjające owadom. Może w tym

pomóc angażowanie obywateli w akcje edukacyjno-ochronne, takie jak sadzenie roślin pożytkowych czy budowanie domków dla owadów, co pozwoli oswoić społeczeństwo z zapyłaczami i przełamać naturalny lęk przed owadami, związany m.in. z niebezpieczeństwem użądleń. Temat ochrony zapyłaczy powinien znaleźć się także w programach szkolnych i obejmować zarówno zagadnienia teoretyczne dotyczące roli zapyłaczy oraz praktyczne sposoby wspierania ich różnorodności. Takie zajęcia mogą być urozmaicone sadzeniem roślin (w tym krzewów i drzew) pożytkowych w ogródkach przyszkolnych czy przy przedszkolnych oraz na terenach użyteczności publicznej. W kolejnych etapach można organizować akcje obywatelskie wspierające naukowców na przykład w dokumentowaniu różnorodności zapyłaczy.

Akcje edukacyjne dotyczące znaczenia zapyłaczy, wspierane przez państwo, ale także prowadzone przez samorządy lokalne i organizacje pozarządowe, powinny obejmować jak największe grupy rolników. Włączać się w nie powinny także Ośrodki Doradztwa Rolniczego, które już dziś organizują szkolenia dla rolników i pszczelarzy.

Metody wspierania zapylaczy związane z ograniczeniem stosowania pestycydów

- Działania państwa na rzecz rolnictwa o niskim zużyciu pestycydów.
- Ograniczenie stosowania chemicznych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum.
- Obowiązkowe stosowanie w pierwszej kolejności niechemicznych metod ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, w szczególności metod agrotechnicznych, fizycznych, mechanicznych lub biologicznych.
- Wprowadzenie bezwzględnego obowiązku koordynowania stosowania pestycydów w porozumieniu z lokalnymi pszczelarzami.
- Określenie skutecznych sankcji, nakładanych w drodze postępowania administracyjnego, za spowodowanie zatrucia pszczół i innych owadów zapyłających w wyniku stosowania środków ochrony roślin lub produktów biobójczych.
- Przeprowadzenie przeglądu zasad mieszania i łącznego stosowania agrochemikaliów pod kątem ryzyka dla owadów zapyłających.
- Rejestrowanie jedynie tych środków ochrony roślin, dla których ocena ryzyka przeprowadzona zgodnie z Przewodnikiem EFSA do oceny ryzyka wynikającego ze stosowania środka ochrony roślin w odniesieniu do pszczół (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. i pszczół samotnic) wykazała brak ryzyka dla pszczół.
- Prowadzenie prac badawczych i wdrożeniowych nad innowacyjnymi niechemicznymi metodami ochrony roślin.
- Prowadzenie prac badawczych mających na celu ustalenie wpływu stosowania pestycydów na owady zapyłające.
- Wspieranie rolnictwa ekologicznego.



- Wprowadzenie instrumentów ekonomicznych, wspomagających wykorzystywanie naturalnie występujących drapieżców i pasożytów zwalczających szkodniki upraw.
- Monitorowanie zużycia środków ochrony roślin zawierających substancje czynne o charakterze owadobójczym.
- Prowadzenie doradztwa rolniczego, niezależnego od producentów środków ochrony roślin, na temat agrotechnicznych, fizycznych, mechanicznych lub biologicznych metod ochrony roślin.
- Szkolenia na temat zagrożeń dla owadów zapyłających wynikających ze stosowania środków ochrony roślin skierowane do użytkowników tych środków.
- Szerokie informowanie opinii publicznej o zagrożeniach wynikających ze stosowania pestycydów dla owadów zapyłających i środowiska.

Domki i hotele dla pszczoł

Popularnym sposobem wspierania populacji najefektywniejszych zapyłaczy jest przygotowanie sztucznych miejsc do ich gniazdowania, określanych jako domki lub hotele dla pszczoł.

Lokalnie akcje budowy i wystawiania hoteli/domków prowadzone są w naszym kraju od dłuższego czasu w wielu miejscach, m.in. w Wileńskim Parku Narodowym (od ponad 20 lat) czy Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Warszawskiego (od ponad 10 lat akcja połączona z festiwalem edukacyjnym). Organizowane są też akcje wspierane przez organizacje pozarządowe lub samorządy np. miasto Puławy, które uruchomiło w roku 2010 program edukacyjny „Owad – pożyteczny mieszkaniec miasta”. Najszerzej działanie to zostało rozpropagowane dzięki społecznej akcji „Adoptuj pszczołę” zorganizowanej przez Greenpeace Polska, dzięki której w kilkudziesięciu polskich miastach wystawiono hotele dla pszczoł.

Konstrukcje takie mogą być faktycznie przyjazne pewnej części dzikich pszczoł i os, zapewniając im dogodne miejsce na założenie gniazda w sytuacji, gdy w okolicy brakuje takich miejsc. Dotyczy to zwłaszcza tych gatunków, które – tak jak samotki (*Hylaeus*) czy murarki (*Osmia*) – budują komórki lęgowe w drewnie, glinie lub suchych łodygach roślin.

Należy jednak pamiętać, że znaczna liczba pszczołowatych (na przykład samotne porobnice *Anthophora* i pszczolinki *Andrena*, ale także trzmiele) nie będzie korzystać z hoteli dla zapyłaczy, ponieważ gniazdują w glebie. Odnosi się to także do innych, nie pszczelich zapyłaczy, na przykład bzygów, które charakteryzują się bardzo różnorodnymi strategiami lęgowymi. Akcje takie mają zatem olbrzymie znaczenie edukacyjne, są istotne z biologicznego punktu widzenia, ale nie są działaniem wystarczającym do ochrony całości różnorodności zapyłaczy. Aby to osiągnąć, obok tworzenia hoteli, należy także pamiętać

o pozostawianiu lub tworzeniu miejsc dogodnego gniazdowania dla pozostałych grup zapylaczy. W przestrzeni miejskiej mogą to być bardziej „dzikie” fragmenty parków lub ogrodów, ale także okolice torowisk kolejowych czy tramwajowych. W krajobrazie rolniczym takim miejscem będą miedze, przydroża, nasypy kolejowe czy opuszczone żwirownie.



Korytarze ekologiczne dla zapyłaczy

Większość gatunków dzikich owadów zapyłających to zwierzęta, które z reguły nie pokonują znacznych odległości, a ich aktywność życiowa ogranicza się do niewielkiego obszaru. Dla przykładu liczne samotne pszczoły przemieszczają się nie dalej niż w promieniu do kilkuset metrów od budowanych komórek lęgowych. Z tego powodu, dla podtrzymania ich różnorodności konieczne jest tworzenie korytarzy ekologicznych łączących przyjazne im siedliska. W miastach i na terenach zurbanizowanych rolę taką odgrywają między innymi zieleńce lub obszary wyjęte spod intensywnej aktywności ludzkiej i spontanicznie zasiedlane przez rośliny pokarmowe, np. opuszczone tereny przemysłowe, trakcje kolejowe, pobocza dróg. Zdecydowanie mniej przyjazne mogą być natomiast tereny rolnicze, zwłaszcza na obszarach, gdzie dominują uprawy wielkopowierzchniowe. Likwidacja miedz, śródpolnych zadrzewień, czyżni, intensywne wykaszanie poboczy dróg, powszechne stosowanie herbicydów dla zwalczania roślin towarzyszących uprawom, wiosenne wypalanie traw czy likwidowanie tradycyjnych ogródków kwiatnych powodują, że krajobraz rolniczy staje się nieprzyjazny dla owadów zapyłających. W okolicach takich jedynymi dostępnymi zapyłaczami mogą okazać się rodziny pszczoły miodnej dostarczane na miejsce przez pszczelarzy w terminie kwitnienia upraw. Zubożenie różnorodności zapyłaczy, mimo obecności pszczoły miodnej, skutkuje obniżonym plonowaniem gatunków takich jak rzepak czy gryka, ale także negatywnie wpływa na przydomowe sady czy warzywniki, w których zwykle dominują owadopylne rośliny uprawne.

Święta Pszczół

Od 2013 roku 8 sierpnia jest obchodzony Wielki Dzień Pszczół. W ramach tego święta instytucje, organizacje, placówki przyrodnicze, szkoły organizują w całej Polsce wydarzenia, w ramach których promują tworzenie miejsc przyjaznych owadom zapylającym.

W 2017 roku Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi poparł słoweńską inicjatywę ustanowienia Światowego Dnia Pszczół, który po raz pierwszy był obchodzony 20 maja 2018 r. Inicjatywa ma zwrócić uwagę na problemy związane z wymieraniem pszczoł.



Dobre praktyki ochrony roślin

W Polsce zostały opracowane następujące kodeksy dobrych praktyk:

- **Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej** – opracowany przez MRiRW, dotyczy: prawa chroniącego środowisko na obszarach rolniczych, zarządzania gospodarstwem w rolnictwie zrównoważonym, ochrony wód, gruntów rolnych, powietrza i krajobrazu;
- **Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin** – opracowany przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, dotyczy: optymalnych działań praktycznych w ochronie roślin, programów ochrony poszczególnych upraw, standardowych zaleceń dotyczących skuteczności i bezpieczeństwa dla użytkowników środków ochrony roślin, konsumentów i środowiska;
- **Kodeks Dobrej Praktyki Organizacji Ochrony Roślin** – opracowany przez Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, dotyczy: transportu, magazynowania, czynności przed zabiegiem ochronnym, wykonywania zabiegów ochronnych, czynności po zabiegu i zagospodarowania pozostałości;
- **Kodeks Dobrej Praktyki Produkcyjnej w Pszczelarstwie** – przyjęty do stosowania przez Polski Związek Pszczelarski, dotyczy: gospodarki pasiecznej, utrzymywania zdrowotności pszczół i uzyskiwania wysokiej jakości produktów pszczelich.

W ramach szeroko rozumianych dobrych praktyk ochrony roślin MRiRW opracowało również poradniki dotyczące ochrony owadów zapylających: *Ochrona zapylaczy podczas stosowania środków ochrony roślin* – materiał dla rolnika, materiał dla doradcy oraz film.

Rekomendacje

Ze względu na ich istotność dla kwestii prawidłowego stosowania środków ochrony roślin oraz obowiązek stosowania wynikający z art. 55 Rozporządzenia nr 1107/2009, należy rozważyć zmianę kwalifikacji prawnej dobrych praktyk (w tym powyższych kodeksów) i nadanie im mocy wiążącej np. poprzez ujęcie ich w rozporządzeniu wydanym na mocy art. 5 ust. 2 Ustawy o środkach ochrony roślin (dalej jako: u.ś.o.r.) albo poprzez dodanie do art. 35 u.ś.o.r. ustępu 6a z delegacją ustawową dla ministra właściwego do spraw rolnictwa do opracowania metod ochrony roślin do obowiązkowego stosowania, które będą uwzględniać aktualnie opracowane dobre praktyki ochrony roślin.

Kodeksy dobrych praktyk nie zawierają norm wiążących, lecz tzw. normy miękkie (niewiążące), które mają za zadanie budowanie świadomości i odpowiedzialności oraz właściwych postaw, w tym propagowanie zrównoważonego rolnictwa i zrównoważonej ochrony roślin. Kodeksy te informują, co jest dozwolone lub zabronione, jednak zasadniczo naruszenie ich postanowień nie wiąże się z sankcją prawną, a ich stosowanie jest dobrowolne.

O ile metoda integrowanej ochrony roślin jest wyraźnie przewidziana w u.ś.o.r. oraz w rozporządzeniu stanowiącym akt wykonawczy o mocy wiążącej, to zbiory dobrych praktyk ochrony roślin, pomimo że są udostępnione na stronie internetowej MRiRW, mają charakter niewiążący, a ich stosowanie jest dobrowolne (Fundacja Frank Bold, 2018).



Szkolenia i podnoszenie świadomości społeczeństwa

Rekomendacje

Regulacje prawne dotyczące szkoleń w zakresie podstawowych informacji o środkach ochrony roślin i ich oddziaływaniu na inne elementy środowiska są zadowalające. Odrębną kwestią pozostaje ich realizacja w praktyce. W związku z tym, że zachowanie organizmów pożytecznych w obszarze upraw polowych jest jednym z ważniejszych elementów ochrony biologicznej, która stanowi priorytet w poszukiwaniu metod niechemicznych w ochronie roślin, należy rozważyć konieczność podjęcia dodatkowych działań edukacyjnych i podnoszących świadomość całego społeczeństwa, a przede wszystkim osób stosujących środki ochrony roślin. Biorąc pod uwagę, że aktualnie trwają prace nad nową wersją krajowego planu działania (poprzedni obejmował lata 2014–2017), a zgodnie z art. 47 ust. 2 u.ś.o.r. minister właściwy do spraw rolnictwa powinien zapewnić udział społeczeństwa w pracach nad tym planem, zasadne jest zaproponowanie przez organizacje społeczne działań, które mogłyby przyczynić się do ochrony owadów zapyłających, oraz sposobu monitorowania osiągania tego celu, a także wskaźników służących do oceny ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin dla owadów zapyłających oraz dróg udostępniania wyników oceny tego ryzyka opinii publicznej (Fundacja Frank Bold, 2018)



Badania naukowe są niezbędne do zarządzania populacjami zapylaczy

Mimo dużej roli, jaką odgrywają zapylacze w ekosystemach i zapewnianiu naszych źródeł pożywienia, biologia wielu gatunków owadów zapylających pozostaje zagadką. Dotyczy to w szczególności licznych samotnych pszczoł, muchówek czy chrząszczy. Podobnie słabo rozpoznane są wymagania wielu gatunków roślin (dzikich i uprawnych) – jeśli chodzi o dostępność zapylaczy – do osiągnięcia optymalnego poziomu produkcji nasion. Niewiele wiemy też o tym, jak układają się zależności owadów zapylających i roślin na poziomie ekosystemów. Tworzą one skomplikowane sieci połączeń, określanych jako sieci zapyleń, których struktura i dynamika ciągle pozostają słabo zbadane. Także niekorzystne efekty działań człowieka, takie jak fragmentacja siedlisk, skażenia pestycydami czy zanieczyszczenie środowiska, odnoszone są tylko do wąskiego kręgu organizmów modelowych, głównie pszczoły miodnej. Bardzo niewiele wiadomo także na temat chorób owadów zapylających, szczególnie tych dzikich, dlatego nie istnieją właściwie żadne programy leczenia i profilaktyki chorób dzikich zapylaczy, a jedynie pszczoły miodnej. Oznacza to konieczność podjęcia zakrojonych na dużą skalę badań naukowych i zastosowania wniosków z nich płynących w przyszłych decyzjach dotyczących zarządzania populacjami dzikich i hodowlanych zapylaczy. Oprócz tradycyjnych projektów naukowych jedną z form wzbogacania naszej wiedzy o różnorodności i stanie dzikich zapylaczy mogą być naukowe akcje obywatelskie (*citizen science*).



Integrowana Produkcja Roślin

Preambuła do Rozporządzenia nr 1107/2009 w punkcie 35 stanowi, że w celu zapewnienia wysokiego poziomu ochrony zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska środki ochrony roślin powinny być stosowane w sposób właściwy, zgodnie z wydanym zezwoleniem, z uwzględnieniem zasad integrowanej ochrony roślin. Zawsze wtedy, gdy jest to możliwe, przede wszystkim należy stosować niechemiczne i naturalne rozwiązania alternatywne.

Na gruncie polskiego prawa postanowienia dyrektywy 2009/128/WE zostały częściowo wdrożone przez Rozporządzenie dot. integrowanej ochrony roślin i Ustawę o środkach ochrony roślin.

Zgodnie z art. 2 pkt 16 u.ś.o.r., integrowana ochrona roślin to sposób ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi polegający na wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod ochrony roślin, w szczególności metod niechemicznych, w sposób minimalizujący zagrożenie dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska (Fundacja Frank Bold, 2018).

Rekomendacje

Rolnicy mają liczne pozytywne przesłanki motywujące do stosowania integrowanej produkcji roślin, której jedną z zasad jest wymóg stosowania integrowanej ochrony roślin. Wskazane jest rozważenie wprowadzenia osobnego certyfikatu „produkcji przyjaznej owadom zapyłającym”, który mógłby pełnić dodatkowo funkcję motywującą.



Środki ochrony roślin a zagrożenie dla ludzi, zwierząt i środowiska

Zgodnie z art. 35 ust. 1 u.ś.o.r. środki ochrony roślin należy stosować w taki sposób, aby nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska, w tym przeciwdziałać zniesieniu środków ochrony roślin na obszary i obiekty niebędące celem zabiegu z zastosowaniem tych środków oraz planować stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem okresu, w którym ludzie będą przebywać na obszarze objętym zabiegiem. Ponadto, art. 36 ust. 1 u.ś.o.r. określa dodatkową zasadę ochronną, która zabrania stosowania środków ochrony roślin, będących zgodnie z przepisami rozporządzenia nr 1272/2008 zaklasyfikowanymi jako stwarzające zagrożenie dla zdrowia człowieka, na terenach placów zabaw, żłobków, przedszkoli, szkół podstawowych, szpitali, stref ochronnych „A” wydzielonych na obszarach uzdrowisk lub obszarach ochrony uzdrowiskowej (Fundacja Frank Bold, 2018).

Rekomendacje

Ochrona zwierząt i środowiska powinna być traktowana na równi z ochroną ludzi i stąd wydaje się zasadna propozycja objęcia równorzędną ochroną zwierząt i środowiska poprzez zmianę art. 35 ust. 1 u.ś.o.r. Treść przepisu po proponowanej zmianie brzmiałaby „Środki ochrony roślin należy stosować w taki sposób, aby nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska, w tym przeciwdziałać zniesieniu środków ochrony roślin na obszary i obiekty niebędące celem zabiegu z zastosowaniem tych środków oraz planować stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem okresu, w którym ludzie i zwierzęta będą przebywać na obszarze objętym zabiegiem”. Zmiana ta mogłoby w sposób formalny podkreślić znaczenie zwierząt dla funkcjonowania całego ekosystemu.



Zaostrzenie i modyfikacja katalogu kar za naruszenia przepisów Ustawy o środkach ochrony roślin oraz Ustawy o ochronie przyrody, które mają szczególne znaczenie dla ochrony owadów zapyłających

Rekomendacje

Zmiana art. 76 u.ś.o.r. oraz art. 131 u.o.p. w tym zakresie może obejmować podwyższenie maksymalnej wysokości kary grzywny możliwej do orzeczenia do kwoty wyższej niż 5000 zł lub objęcie powyższych naruszeń karą administracyjną, która będzie dostosowana przez organ administracji publicznej (np. PIORiN) do konkretnego naruszenia na podstawie art. 189a–189k Kodeksu Postępowania Administracyjnego (Fundacja Frank Bold, 2018).



Insektycydy – neonikotynoidy

Insektycydy (inaczej środki owadobójcze) stanowią środki ochrony roślin, których działanie polega na ograniczaniu szkód wyrządzonych w uprawach przez owady, poprzez ograniczanie rozrodu lub uśmiercanie owadów. Insektycydami najbardziej niebezpiecznymi dla pszczoł są neonikotynoidy (imidaklopryd, tiametoksam, klotianidyna), fipronil, chloropiryfos, cypermetryna i deltametryna (Fundacja Greenpeace Polska, 2017).

Rekomendacje

Zasadne jest zaproponowanie zmian na wzór ustawy francuskiej, które będą miały na celu wprowadzenie ogólnego zakazu stosowania neonikotynoidów, na odstępstwa od którego zgodę wydawałby minister w drodze rozporządzenia. Zmiana ta mogłaby polegać na dodaniu dodatkowego postanowienia do Ustawy o środkach ochrony roślin np. art. 5a o treści „1. Stosowanie produktów i zapraw nasiennych zawierających jedną lub więcej substancji czynnych z rodziny neonikotynoidów jest zabronione od dnia (data) 2. Odstępstwa od zakazu określonego w ust. 1 mogą być przyznane do (data), na podstawie rozporządzenia wydanego wspólnie przez ministrów odpowiedzialnych za rolnictwo i środowisko. 3. Powyższe rozporządzenie będzie wydane na podstawie raportu przygotowanego przez Komisję do spraw Środków Ochrony Roślin, w którym zostaną zestawione korzyści i ryzyka związane ze stosowaniem środków ochrony roślin zawierających substancje czynne z rodziny neonikotynoidów dopuszczonych w Polsce, z substancjami związanymi ze stosowaniem substytutów lub dostępnymi metodami alternatywnymi (Fundacja Frank Bold, 2018).





Wezwanie do działania

Aby zatrzymać spadek różnorodności i liczebności zapyłaczy, potrzeba szybkich działań. Nie wystarczą jednak wyłącznie inicjatywy instytucji badawczych czy organizacji pozarządowych. Niezbędne jest zaangażowanie państwa i wszystkich obywateli. Tylko wspólnymi siłami możemy zatrzymać proces wymierania gatunków i populacji zapyłaczy.

Co należy zrobić?

Państwo:

- Wprowadzenie prawnej ochrony gatunkowej owadów zapyłających.
- Prowadzenie spójnej i konsekwentnej polityki energetycznej w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i przeciwdziałania negatywnym skutkom zmian klimatycznych.
- Włączenie działań na rzecz ochrony zapyłaczy do polityki rolnej państwa.
- Przystąpienie do **Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services** (IPBES) oraz uczestnictwo w **Coalition of the Willing on Pollinators**.
- Wprowadzenie elementów zarządzania przyjaznego zapyłaczom na terenach należących do Skarbu Państwa (Lasy Państwowe, pobocza dróg krajowych i autostrad, trakcji kolejowych, otoczenie budynków rządowych np. parlamentu, siedzib ministerstw, wojewodów, administracji rządowej, muzeów, itp.).
- Wsparcie finansowe działań promujących ochronę zapyłaczy (m.in. odpowiednie pakiety rolnośrodowiskowe wspierające populacje owadów zapyłających, edukacja społeczna).
- Wsparcie finansowe programów badawczych związanych z ochroną i monitoringiem zapyłaczy.
- Skuteczna egzekucja istniejących przepisów w sprawie stosowania pestycydów.
- Powołanie międzyresortowego zespołu ds. ochrony owadów zapyłających.
- Zreformowanie dotychczasowego systemu rejestracji pasiek i rodzin pszczelich z obowiązkiem ich rejestracji, a w razie sprzedania lub utraty rodzin pszczelich, koniecznością wyrejestrowania pasieki.
- Obowiązkowe kontrole pasiek w celu stwierdzenia stanu faktycznego i obowiązkowa rejestracja rodzin pszczelich w Polsce, sprawdzanie stanu zdrowia pszczół i ich leczenie.
- Powołanie stanowiska Inspektora Pszczelarstwa (np. przy Ośrodkach Doradztwa Rolniczego), który zajmowałby się kompleksowo sprawami pszczelarskimi (z punktu widzenia hodowlanego, weterynaryjnego oraz

ekologicznego) w danym rejonie.

- Wprowadzenie obowiązku koordynowania stosowania pestycydów w porozumieniu z lokalnymi pszczelarzami.
- Określenie skutecznych sankcji za spowodowanie zatrucia pszczół i innych owadów zapyłających w wyniku stosowania środków ochrony roślin lub produktów biobójczych.
- Przeprowadzenie przeglądu zasad mieszania i łącznego stosowania agrochemikaliów pod kątem ryzyka dla owadów zapyłających, w tym również zasad mieszania i łącznego stosowania środków ochrony roślin i adiuwantów w leśnictwie.
- Prowadzenie doradztwa rolniczego, niezależnego od producentów środków ochrony roślin, na temat agrotechnicznych, fizycznych, mechanicznych lub biologicznych metod ochrony roślin.
- Promowanie gospodarstw małoobszarowych, które dzięki różnorodności upraw na danym terenie oraz stref buforowych pomiędzy polami zapewniają owadom zapyłającym siedliska oraz dostarczają pokarm przez cały rok.

Samorządy:

- Tworzenie lokalnych rozwiązań (systemowych, prawnych) stymulujących ochronę zapyłaczy, w tym aktualizowanego systemu informacji o akcjach stosowania pestycydów.

- Redukcja użycia pestycydów na terenach publicznych.
- Wsparcie instytucjonalne i finansowe lokalnych działań promujących ochronę zapyłaczy oraz działań edukacyjnych.
- Odpowiednie zarządzanie terenami publicznymi (w szczególności terenami zielonymi), aby wspierać istniejącą populację owadów zapyłających (co najmniej 25% powierzchni nowych i 10% istniejących terenów zielonych przyjaznych zapyłaczom).
- Tworzenie korytarzy ekologicznych przyjaznych zapyłaczom.
- Prowadzenie doradztwa rolniczego w zakresie wpływu owadów zapyłających na plonowanie roślin entomofilnych.
- Promowanie różnorodności gatunkowej roślin na terenach zarządzanych przez samorządy oraz utrzymywanie różnorodności na terenach naturalnych, które powinny stanowić kluczowe zasoby pokarmowe dla owadów.

Instytucje badawcze i szkoły wyższe:

- Włączenie zagadnień związanych z owadami zapyłającymi do programów dydaktycznych.
- Zwiększenie liczby godzin dydaktycznych przeznaczonych na naukę o chorobach owadów użytkowych i innych owadów zapyłających na wydziałach medycyny weterynaryjnej.

- Badania dotyczące stanu zapyłaczy oraz monitoring ich populacji.
- Szeroko zakrojone badania nad występowaniem patogenów u różnych zapyłaczy, ich interakcji i wpływem na stan populacji.
- Edukacja publiczna: podnoszenie świadomości społecznej o roli zapyłaczy.
- Wprowadzenie elementów zarządzania przyjaznego zapyłaczom na terenach kampusów uniwersyteckich, ogrodów botanicznych, stacji terenowych itp.

Organizacje pozarządowe:

- Działania edukacyjne dotyczące roli i różnorodności zapyłaczy.
- Informacja o działaniach i produktach przyjaznych zapyłaczom.

Organizacje i stowarzyszenia branżowe (rolnicze, pszczelarskie, etc.):

- Szkolenia dotyczące roli i różnorodności zapyłaczy.
- Szkolenia dotyczące dobrych praktyk pszczelarskich, w szczególności leczenia i profilaktyki chorób.
- Szkolenia, pakiety informacyjne, edukacja o dobrych praktykach dotyczących ochrony zapyłaczy.
- Wspieranie rolnictwa ekologicznego.

Przedsiębiorstwa:

- Eliminowanie stosowania toksycznych dla owadów zapyłających pestycydów w produkcji oraz w łańcuchu dostaw, zgodnie z aktualnym stanem wiedzy pozwalającym na projektowanie działalności przedsiębiorstwa tak, aby chronić owady zapyłające.
- Wprowadzenie elementów zarządzania przyjaznego zapyłaczom na terenie prywatnych przedsiębiorstw (parków rozrywki, hoteli, dzielnic biurowych).
- Informacja o działaniach i produktach przyjaznych zapyłaczom.

Rolnicy:

- Tworzenie przyjaznej zapyłaczom ekosuktury w gospodarstwach rolnych: utrzymywanie miedz, zarośli śródpolnych porośniętych krzewami i drzewami pożytkowymi, stref ekotonowych.
- Dotrzymywanie odpowiednich terminów koszenia łąk (druga połowa czerwca, koniec sierpnia).
- Tam, gdzie to możliwe, wybór niechemicznych środków ochrony roślin.
- Koordynowane stosowania pestycydów w porozumieniu z lokalnymi pszczelarzami.
- Promowanie współistnienia gatunków roślin uprawnych i dzikich spontanicznie występujących na nieużytkach, a także rozwój hodowli gatunków uprawnych odpornych na długotrwałe okresy suszy.

Społeczeństwo:

- Tworzenie przestrzeni (m.in. ogrodów) przyjaznej zapylaczom (ograniczanie lub brak użycia pestycydów, stosowanie roślin pożytkowych).
- Wybór produktów i usług przyjaznych zapylaczom.
- Ograniczenie indywidualnego śladu węglowego.
- Preferować naturalne produkty pszczele i miodopochodne.

Propozycje działań w zakresie prawodawstwa

Wdrożenie Narodowej Strategii Ochrony Owadów Zapyłających wymaga zaprojektowania i wprowadzenia zmian w obowiązujących aktach prawnych, tak aby ich efektem było dostarczenie podmiotom zaangażowanym w realizację strategii narzędzi pozwalających na osiągnięcie realnej zmiany w poziomie ochrony owadów zapyłających oraz na długofalową poprawę ich dobrostanu oraz możliwość niezagrażonego przetrwania. W konsekwencji jednym z celów operacyjnych Narodowej Strategii Ochrony Owadów Zapyłających jest zaprojektowanie i zaproponowanie zmian w obowiązujących ustawach oraz aktach wykonawczych – rozporządzeniach, bez których to zmian nie uda się ograniczyć zagrożeń dla owadów zapyłających oraz poprawić warunków środowiska ich życia.

Poniżej zostały zdefiniowane obszary, wytypowane zagadnienie oraz wskazane akty prawne wymagające wprowadzenia odpowiednich zmian legislacyjnych:

- 1.** obowiązki państwa w zakresie ochrony owadów zapyłających – zdefiniowanie działań, do podejmowania których zobowiązane jest Państwo poprzez swoje organy w celu zapewnienia warunków bytowych dla dziko żyjących owadów zapyłających jako dobra ogólnonarodowego – Ustawa o ochronie zwierząt;
- 2.** status prawny owadów zapyłających jako grupy oraz poszczególnych gatunków w grupie – konieczność przeprowadzenia analiz prawnych oraz zaprojektowania regulacji dotyczących możliwości objęcia całej grupy owadów zapyłających, wybranych podgrup lub poszczególnych gatunków owadów zapyłających ochroną prawną w ramach istniejących mechanizmów ochrony gatunkowej lub stworzenia osobnej kategorii ochronnej uwzględniającej specyfikę tej grupy owadów – Ustawa o ochronie przyrody i akty wykonawcze;
- 3.** ochrona siedlisk owadów zapyłających – modyfikacja, wzmocnienie oraz skonstruowanie nowych mechanizmów zapewniających ochronę siedlisk owadów zapyłających – Ustawa o ochronie przyrody i akty wykonawcze, Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Ustawa Prawo ochrony środowiska, Ustawa o lasach;
- 4.** zasady dystrybucji i stosowania środków ochrony roślin – konieczność ustalenia, modyfikacji oraz doprecyzowania regulacji dotyczących zasad stosowania środków ochrony roślin, dobrych praktyk stosowania środków ochrony roślin, stosowania środków

ochrony roślin przez użytkowników profesjonalnych i nieprofesjonalnych, zasad łącznego stosowania środków ochrony roślin, zasad wprowadzenia do obrotu środków ochrony roślin, kwalifikacji i obowiązków dystrybutorów środków ochrony roślin, obowiązków dotyczących etykiet środków ochrony roślin, zakresu i sposobów prowadzenia kontroli realizacji obowiązków związanych z dystrybucją i stosowaniem środków ochrony roślin - Ustawa o środkach ochrony roślin i akty wykonawcze;

5. neonikotynoidy i inne środki ochrony roślin stanowiące istotne zagrożenie dla owadów zapyłających – przeprowadzenie analiz prawnych oraz wprowadzenie ograniczeń i wyłączeń w zakresie możliwości stosowania środków stanowiących istotne zagrożenie dla owadów zapyłających;
6. integrowana produkcja roślinna – analiza i stosowna modyfikacja zasad prowadzenia integrowanej produkcji roślinnej tak, aby wspierały metody prowadzenia produkcji zapewniające ochronę owadów zapyłających – pakiet rozporządzeń wdrażających Program rozwoju obszarów wiejskich;
7. instrumenty zachęt dla wprowadzania praktyk chroniących owady zapyłające w rolnictwie – analiza rozwiązań prawa krajowego i wspólnotowego

pod kątem możliwości dostosowania istniejących instrumentów wsparcia w rolnictwie do potrzeb związanych z ochroną owadów zapyłających oraz stosowna modyfikacja istniejących instrumentów, zaprojektowanie krajowych instrumentów zachęt ekonomicznych do prowadzenia produkcji rolnej w sposób zapewniający ochronę owadów zapyłających – pakiet rozporządzeń wdrażających Program rozwoju obszarów wiejskich;

8. sankcje i przepisy karne – modyfikacja systemu sankcji związanych z łamaniem przepisów chroniących owady zapyłające i ich siedliska, modyfikacja i wzmocnienie systemu ścigania naruszeń prawa w tej dziedzinie oraz usprawnienie egzekucji w przypadku stwierdzonych naruszeń prawa – Ustawa o środkach ochrony roślin, Ustawa o ochronie przyrody, ustawy: Kodeks wykroczeń, Kodeks postępowania w sprawach o wykroczenia.

Co możemy zrobić? WYBÓR



Państwo

- Wprowadzenie prawnej ochrony owadów zapyłających.
- Włączenie działań na rzecz ochrony zapyłaczy do polityki rolnej państwa.
- Prowadzenie polityki energetycznej ograniczającej emisję gazów cieplarnianych.



Samorządy

- Tworzenie lokalnych rozwiązań (systemowych, prawnych) stymulujących ochronę zapyłaczy, w tym aktualizowanego systemu informacji o akcjach stosowania pestycydów.
- Redukcja użycia pestycydów na terenach publicznych.
- Ochrona i zwiększanie różnorodności gatunkowej roślin na terenach zarządzanych przez samorządy.



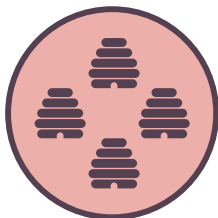
Organizacje pozarządowe

- Działania edukacyjne dotyczące roli i różnorodności zapyłaczy.
- Informacja o działaniach i produktach przyjaznych zapyłaczom.



Rolnicy

- Tworzenie przyjaznej zapyłaczom infrastruktury w gospodarstwach rolnych: utrzymywanie miedz, zarośli śródpolnych porośniętych krzewami i drzewami pożytkowymi, stref ekotonowych.
- Dotrzymywanie odpowiednich terminów koszenia łąk (druga połowa czerwca, koniec sierpnia).
- Rozwój hodowli gatunków uprawnych odpornych na długotrwałe okresy suszy.



Organizacje i stowarzyszenia branżowe (rolnicze, pszczelarskie, etc.)

- Szkolenia dotyczące roli i różnorodności zapyłaczy.
- Szkolenia dotyczące dobrych praktyk pszczelarskich, w szczególności zapobiegania i leczenia chorób.



Przedsiębiorcy

- Eliminowanie wykorzystania toksycznych dla owadów zapyłających pestycydów w produkcji oraz łańcuchu dostaw zgodnie z aktualnym stanem wiedzy pozwalającym na projektowanie działalności przedsiębiorstwa tak, aby chronić owady zapyłające.
- Wprowadzenie elementów zarządzania przyjaznego zapyłaczom na terenie prywatnych przedsiębiorstw (parków rozrywki, hoteli, dzielnic biurowych).



Instytucje badawcze i szkoły wyższe

- Włączenie odpowiednich treści do programów dydaktycznych.
- Zwiększenie liczby godzin dydaktycznych przeznaczonych na naukę o chorobach owadów użytkowych i innych owadów zapyłających na wydziałach medycyny weterynaryjnej.



Społeczeństwo

- Tworzenie przestrzeni (m.in. ogrodów) przyjaznej zapyłaczom (ograniczenie lub brak użycia pestycydów, stosowanie roślin pożytkowych).
- Wybór produktów i usług przyjaznych zapyłaczom.
- Ograniczenie indywidualnego śladu węglowego.
- Wymagać produktów pszczelich najlepszej jakości



Bibliografia

Adler, L., Michaud, K., Ellner, S., McArt, S., Stevenson, P., Irwin, R. (2018). Disease where you dine: Plant species and floral traits associated with pathogen transmission in bumble bees. *Ecology*, 99. <https://doi.org/10.1002/ecy.2503>

Ahn, K., Xie, X., Riddle, J., Pettis, J., Huang, Z.Y. (2012). Effects of long distance transportation on honey bee physiology. *Psyche: A Journal of Entomology*, doi:10.1155/2012/193029.

Alaux, C., Brunet, J.-L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Brillard, J., Baldy, A., Belzunces, L.P. i Le Conte, Y. (2010) *Interactions between Nosema microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (Apis mellifera)*. *Environ. Microbiol.*, 12.

Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., & Le Conte, Y. (2010). *Diet effects on honeybee immunocompetence*. "Biology Letters 6", doi:10.1098/rsbl.2009.0986

Alburaki, M., Boutin, S., Mercier, P.-L., Loubier, Y., Chagnon, M. i Derome, N. (2015) *Neonicotinoid-treated Zea mays seeds indirectly affect honeybee performance and pathogen susceptibility in field trials*. *PLoS One*, 10, e0125790.

Allen, M. F., & Ball, B. V. (1995). *Characterisation and serological relationships of strains of Kashmir bee virus*. "Annals of Applied Biology", 126(3), <http://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1995.tb05382.x>

Arbulo, N., Antúnez, K., Salvarrey, S., Santos, E., Branchiccela, B., Martín-Hernández, R., ... Invernizzi, C. (2015). *High prevalence and infection levels of Nosema ceranae in bumblebees Bombus atratus and Bombus bellicosus from Uruguay*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 130(AUGUST), 165–168. <http://doi.org/10.1016/j.jip.2007.03.016> <http://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.018>

Atkins E.L., 1992, *Injury to honey bee poisoning*, In: Graham, J.M. (ed.), *The Hive and the Honey Bee*, Dadant and Sons Inc., Illinois.

Bailey L., Ball V. B., P. J. N. (1983). *Association of viruses with two protozoal pathogens*. "Annals of Applied Biology", 103.

Ball, B. V. & Allen, M. F. (1988). *The prevalence of pathogens in honey bee (Apis mellifera) colonies infested with the parasitic mite Varroa jacobsoni*. *Annals of Applied Biology*, 113(2), <http://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1988.tb03300.x>

Bommarco R. i in. (2010) *Dispersal capacity and diet breadth modify the response of wild bees to habitat loss*. *Proc. Roy. Soc. B* 277.

Bommarco, R., Lindborg, R., Marini, L., Öckinger, E., van Kleunen M. (2014) *Extinction debt for plants and flower-visiting insects in landscapes with contrasting land use history*. "Diversity and Distribution" 205.

Bortolotti L., Sabatini A.G., Mutinelli F., Astuti M., Lavazza A., Piro R., Tesoriero D., Medrzycki P., Sgolastra F., Porrini C., 2009, Spring honey bee losses in Italy, Julius-Kühn Arch. 423.

Bowen-Walker, P., Martin, S., & Gunn, A. (1999). *The transmission of deformed wing virus between honeybees* (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *varroa jacobsoni* Oud. *Journal of Invertebrate Pathology*, 73(1), <http://doi.org/10.1006/jipa.1998.4807>

Brown, M. J. F., Schmid-Hempel, R., & Schmid-Hempel, P. (2003). *Strong context-dependent virulence in a host – parasite system: reconciling genetic evidence with theory*. "Journal of Animal Ecology", 72(6), <http://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00770.x>

Cahill, A. E., Aiello-Lammens, M. E., Caitlin Fisher-Reid, M., Hua, X., Karanewsky, C. J., Ryu, H. Y., ... Wiens, J. J. (2013). How does climate change cause extinction? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 280. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1890>

Carvalho L.G., Biesmeijer J.Ch. Benadi G., Fründ J., Stang, M., Bartomeus, I., Kaiser-Bunbury Ch. N., Baude M., Gomes, S. I. F. i in. *The potential for indirect effects between co-flowering plants via shared pollinators depends on resource abundance, accessibility and relatedness Ecology Letters* (2014) 17.

Chen, Y. P., & Siede, R. (2007). Honey Bee Viruses. In A. J. S. and F. A. M. B. T.-A. in V. R. Karl Maramorosch (Ed.), *Advances in virus research* (Vol. 70). Academic Press. [http://doi.org/10.1016/S0065-3527\(07\)70002-7](http://doi.org/10.1016/S0065-3527(07)70002-7)

Chen, Y. P., Pettis, J. S., Collins, a., & Feldlaufer, M. F. (2006). *Prevalence and transmission of honeybee viruses*. "Applied and Environmental Microbiology", 72(1), <http://doi.org/10.1128/AEM.72.1.606-611.2006>

Chen, Y., Pettis, J. S., & Feldlaufer, M. F. (2005). *Detection of multiple viruses in queens of the honey bee Apis mellifera*. L. "Journal of Invertebrate Pathology", 90(2), <http://doi.org/10.1016/j.jip.2005.08.005>

Choi, Y.S., Lee, M.Y., Hong, I.P., Kim, N.S., Kim, H.K., Byeon, K.H., Yoon, H., (2010). Detection of honey bee virus from bumblebee (*Bombus terrestris* and *Bombus ignitus*). *Korean J. Apicult.* 25, 259-266.

Claudianos C., Ranson H., Johnson R.M., Biswas S., Schuler M.A., Barenbaum M.R., Feyereisen R., Oakeshott J.G., 2006. *A deficit of detoxification enzymes: pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee*, *Insect Mol. Biol.* 15(5).

- Collison, E., Hird, H., Cresswell, J., Tyler, C. (2015). *Interactive effects of pesticide exposure and pathogen infection on bee health – a critical analysis*. *Biological Reviews*, doi: 10.1111/brv.12206.
- Colla, S.R., Otterstatter, M.C., Gegear, R.J., Thomson, J.D. (2006). *Plight of the bumble bee: Pathogen spillover from commercial to wild populations*. "Biological Conservation", 129(4). <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.11.013>
- Conti, M.E., Botré, F. (2001). *Honeybees and their products as potential bioindicators of heavy metal contamination*. "Environmental Monitoring and Assessment" 69
- Cox-Foster, D. L., Conlan, S., Holmes, E. C., Palacios, G., Evans, J. D., Moran, N. a, ... Lipkin, W. I. (2007). A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science* (New York, N.Y.), 318(5848), <http://doi.org/10.1126/science.1146498>
- Dajdok, Z., Wuczyński, A. (2008). *Alien plants in field margins and fields of southwestern Poland*. *Biodiv. Res. Conserv.*
- Denisow, B. (2011). Pollen production of selected ruderal plant species in the Lublin area. *Univ Plant Sciences in Lublin Press*, 351: pp 86. (n.d.). Retrieved July 21, 2020, from https://www.researchgate.net/publication/269278180_Denisow_B_2011_Pollen_production_of_selected_ruderal_plant_species_in_the_Lublin_area_Univ_Plant_Sciences_in_Lublin_Press_351_pp_86
- Denisow, B., Wrzesień, M. (2015a). *The importance of field-margin location for maintenance of food niches for pollinators*. "Journal of Apicultural Science" 59(1).
- Denisow, B., Wrzesień, M. (2015b). *The habitat effect on the diversity of pollen resources in several *Campanula* spp. – an implication for pollinator conservation*. "Journal of Apicultural Research", 54(1).
- Di Prisco, G., Cavaliere, V., Annoscia, D., Varricchio, P., Caprio, E., Nazzi, F., Gargiulo, G. Pennacchio, F. (2013). *Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 110
- Divley, G.P., Embrey, M.S., Kamel, A., Hawthorne, D.J., Pettis, J.S. (2015). *Assessment of chronic sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony health*. *PLoS One*, 10, e0118748
- Donkersley, P., Rhodes, G., Pickup, R.W., Jones, K.C., Wilson, K. (2014). *Honeybee nutrition is linked to landscape composition*. "Ecology and Evolution" 4(21)
- EFSA (European Food Safety Authority) (2013). *Guidance on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees)*, EFSA J. 11(7):3295.

- EFSA (European Food Safety Authority) (2018). *Peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin considering the uses as seed treatments and granules*, EFSA J. 16(2):5177.
- EFSA (European Food Safety Authority) (2018). *Peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid considering the uses as seed treatments and granules*, EFSA J. 16(2):5178.
- Ellis, J.D., Munn, P.A. (2005). *The worldwide health status of honey bees*. "Bee World", 86(4)
- Evison, S. E. F., Roberts, K. E., Laurenson, L., Pietravalle, S., Hui, J., Biesmeijer, J. C., Hughes, W. O. H. (2012). *Pervasiveness of Parasites in Pollinators*. "PLoS ONE", 7(1), e30641. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0030641>
- Fernandez de Landa, G., Revainera, P., Brasesco, C., di Gerónimo, V., Plischuk, S., Meroi, F., ... Quintana, S. (2020). Chronic bee paralysis virus (CBPV) in South American non-Apis bees. *Archives of Virology*. <https://doi.org/10.1007/s00705-020-04697-1>
- Filipiak, M., Kuszewska, K., Asselman, M., Denisow, B., Stawiarz, E., Woyciechowski, M., Weiner, J. (2017). *Ecological stoichiometry of the honeybee: Pollen diversity and adequate species composition are needed to mitigate limitations imposed on the growth and development of bees by pollen quality*. "PloS One" 12(8).
- Fisher, J., Lindenmayer D.B. (2007). *Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis*. "Global Ecology and Biogeography" 16(3).
- Fisher, R.M., Pomeroy, N. (1989). *Pollination of Greenhouse Muskmelons by Bumble Bees (Hymenoptera: Apidae)*. "Journal of Economic Entomology", 82(4), 1061–1066. Retrieved from <http://jee.oxfordjournals.org/content/82/4/1061.abstract>
- Fitter, A.H., Fitter, R.S.R. (2002). Rapid changes in flowering time in British plants. *Science*, 296(5573), 1689–1691. <https://doi.org/10.1126/science.1071617>
- Forister, M.L., Cousens, B., Harrison, J.G., i in. (2016). *Increasing neonicotinoid use and the declining butterfly fauna of lowland California*. "Biology Letters", 12, 20160475
- Forsgren, E., Fries, I. (2013). Temporal study of *Nosema* spp. in a cold climate. *Environmental Microbiology Reports*, 5(1), 78–82. <https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2012.00386.x>
- Fries, I., De Ruijter, A., Paxton, R. J., Da Silva, A. J., Slemenda, S. B., & Pieniazek, N. J. (2001). *Molecular characterization of Nosema bombi (Microsporidia: Nosematidae) and a note on its sites of infection in Bombus terrestris (Hymenoptera: Apoidea)*. "Journal of Apicultural Research", 40(3–4), Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0035562812&partnerID=tZOTx3y1>

Fries, I., Feng, F., da Silva, A., Slemenda, S. B., & Pieniazek, N. J. (1996). *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). "European Journal of Protistology", 32(3), [http://doi.org/10.1016/S0932-4739\(96\)80059-9](http://doi.org/10.1016/S0932-4739(96)80059-9)

Fundacja Frank Bold (2018). *Analiza stanu prawnego i dobrych praktyk w zakresie ochrony owadów zapylających*, Kraków.

Furst, M.A., McMahon, D.P., Osborne, J.L., Paxton, R.J., Brown, M.J.F. (2014). *Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators*. "Nature", 506(7488), Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/nature12977>

Gajda, A.M., Grzęda, U., Topolska, G., Wilde, J., Bieńkowska, M., Gegula, D., Panasiuk, B. (2013). *Nosema ceranae* has been present in honey bee colonies in Poland at least since 1994 and appears to have ousted *Nosema apis*. In 9th COLOSS Conference Book of Abstracts (p. 38).

Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., Vaissière, B.E. (2009). *Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline*. "Ecological Economics" 68

Garibaldi, L. A. i in. (2013). *Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance*. "Science" 339, doi:10.1126/science.1230200.

Garibaldi, L.A. i in. (2011) *Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits*. "Ecology Letters" 14(10), , doi: 10.1111/j.1461-0248.2011.01669.x

GDOŚ (2014). *Kodeks dobrych praktyk. Ogrodnictwo wobec roślin inwazyjnych obcego pochodzenia*. Warszawa

Geldmann, J., González-Varo, J.P. (2018). *Conserving honey bees does not help wildlife*. "Science" 359, doi:10.1126/science.aar2269.

Genersch, E., Yue, C., Fries, I., de Miranda, J.R. (2006). *Detection of Deformed wing virus, a honey bee viral pathogen, in bumble bees (Bombus terrestris and Bombus pascuorum) with wing deformities*. "Journal of Invertebrate Pathology", 91(1), <http://doi.org/10.1016/j.jip.2005.10.002>

Gilburn, A.S., Bunnefeld, N., Wilson, J.M., Botham, M.S., Brereton, T.M., Fox, R. Goulson, D. (2015). *Are neonicotinoid insecticides driving declines of widespread butterflies?* PeerJ, 3, e1402

Gibbs, M., Weir, L. (2017). *Sub-lethal viral exposure and growth on drought stressed host plants changes resource allocation patterns and life history costs in the Speckled Wood butterfly, Pararge aegeria*. "Journal of Invertebrate Pathology" 150

- Głębocki, B. (red.) (2014). *Zróżnicowanie przestrzenne rolnictwa*. GUS, Warszawa
- Goka, K., Okabe, K., Yoneda, M., Niwa, S. (2001). *Bumblebee commercialization will cause worldwide migration of parasitic mites*. "Molecular Ecology", 10(8). <http://doi.org/10.1046/j.0962-1083.2001.01323.x>
- Goldblatt, J.W., Fell, R.D. (1984). *Parasites and Parasitization Rates in Bumble Bee Queens, Bombus spp. (Hymenoptera: Apidae), in Southwestern Virginia*. "Environmental Entomology", 13(6). <http://ee.oxfordjournals.org/content/13/6/1661.abstract>
- González-Varo, J.P., Biesmeijer, J.C., Bommarco, R., Potts, S.G., Schweiger, O., Smith, H.G., Steffan-Dewenter, I., Szentgyörgyi, H., Woyciechowski, M., Vilà, M. (2013). *Combined effects of global change pressures on animal-mediated pollination*. "Trends in Ecology & Evolution", 28(9)
- Goulson, D., Hanley M.E., Darvill, B., Ellis, J.S., Knight, M.E. (2005). *Causes of rarity in bumblebees*. "Biological Conservation" 122.
- Goulson, D. (2003a). *Effects of introduced bees on native ecosystems*. "Annual Review of Ecology Evolution and Systematics", 34.
- Goulson, D. (2003b). *Bumblebees. Their behaviour and ecology*. Oxford University Press
- Graystock, P., Yates, K., Darvill, B., Goulson, D., Hughes, W.O.H. (2013). *Emerging dangers: Deadly effects of an emergent parasite in a new pollinator host*. Journal of Invertebrate Pathology, 114(2), 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2013.06.005>
- Graystock, P., Yates, K., Evison, S.E.F., Darvill, B., Goulson, D., Hughes, W.O.H. (2013). *The Trojan hives: pollinator pathogens, imported and distributed in bumblebee colonies*. "Journal of Applied Ecology", 50(5), n/a-n/a. <http://doi.org/10.1111/1365-2664.12134>
- GUS (2007). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa i Obszarów Wiejskich 2007*. Zakład Wydawnictw Statystycznych. Warszawa
- GUS (2016). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2016*. Zakład Wydawnictw Statystycznych. Warszawa
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., de Kroon, H. (2017). *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*. "Plos One" 12:e0185809 doi:10.1371/journal.pone.0185809
- Hartl, M.G., Clark, A.G. (2006). *Principles of population genetics*. Sinauer Associates.
- Higes, M., Martín, R., & Meana, A. (2006). *Nosema ceranae, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe*. "Journal of Invertebrate Pathology", 92(2). <http://doi.org/10.1016/j.jip.2006.02.005>

- Hladun, K.R., Smith, B.H., Mustard, J.A., Morton, R.R., Trumble, J.T. (2012). *Selenium toxicity to honey bee (Apis mellifera L.) pollinators: Effects on Behaviors and Survival*. "PLoS ONE", 7(4): e34137
- Hladun, K.R., Kaftanoglu, O., Parker, D.R., Tran, K.D., Trumble, J.T. (2013). *Effects of selenium on development, survival, and accumulation in the honeybee (Apis mellifera L.)*. "Environmental Toxicology and Chemistry" 21(11)
- Holopainen, J.K., Himanen, S.J., Yuan, J.S., Chen, F., Stewart, C.N.Jr. (2013). Ecological functions of terpenoids and climate changes. In: Handbook of Natural Products. (Eds.) Ramawat, K.G. Merillon, J.M. Springer Reference Series, pp. 2913-2940.
- Hoover, S.E.R., Ladley, J.J., Shchepetkina, A.A., Tisch, M., Gieseg, S.P., Tylianakis, J.M. (2012). Warming, CO₂, and nitrogen deposition interactively affect a plant-pollinator mutualism. *Ecology Letters*, 15(3), 227–234. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01729.x>
- Hung, K.-L. J., Kingston, J.M., Albrecht, M., Holway, D.A., Kohn, J.R. (2018). *The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. Proceedings of the Royal Society B. "Biological Sciences"* 285, doi:10.1098/rspb.2017.2140
- Imperatriz-Fonseca, V.L. i in. (2016). *The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. IPBES, Bonn
- IPBES (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland
- Iwasa, T., Mptoyama, N., Ambrose, J.T., Roe, R.M. (2004). *Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid pesticides in the honey bee, Apis mellifera*, "Crop Prot." 23, 371–378.

- Jachuła, J., Denisow, B., Wrzesień, M. (2018a). *Validation of floral food resources for pollinators in agricultural landscape in SE Poland*. "Journal of the Science of Food and Agriculture" 98(7):2672-2680. doi: 10.1002/jsfa.8761. doi: 10.1002/jsfa.8761
- Jachuła, J., Wrzesień, M., Strzałkowska-Abramek, M., Denisow, B. (2018b). *The impact of spatio-temporal changes in flora attributes and pollen availability on insect visitors in Lamiaceae species*. Acta Botanica Croatica, 77(2), 161–171. <https://doi.org/10.2478/botcro-2018-0018>
- Jędrzejewska-Szmek, K., Zych, M. (2013). *Flower-visitor and pollen transport networks in a large city: structure and properties*. "Arthropod Plant Interact" 7, doi:10.1007/s11829-013-9274-z
- Jobda, M., Rzepkowski, R. (2016). *Nie tylko miód. Wartość ekonomiczna zapylania upraw rolniczych w Polsce w roku 2015*. Fundacja Greenpeace Polska
- Johnston P., Huxdorff C., Simon G., Santillo D., (2014). *Trudny los pszczół. Analiza pozostałości pestycydów w pierzde pszczelej i pyłku odłowionym od pszczoły miodnej (Apis mellifera) w 12 krajach europejskich*. Fundacja Greenpeace Polska
- Kiljanek, T., Niewiadowska, A., Semeniuk, S., Gaweł, M., Borzęcka, M., Posyniak, A. (2016). *Multi-residue method for the determination of pesticides and pesticide metabolites in honeybees by liquid and gas chromatography coupled with tandem mass spectrometry – honeybee poisoning incidents*, J Chromatogr. A 1435
- Kiljanek, T., Niewiadowska, A., Gaweł, M., Semeniuk, S., Borzęcka, M., Posyniak, A., Pohorecka, K. (2017). *Multiple pesticide residues in live and poisoned honeybees – preliminary exposure assessment*, "Chemosphere" 175
- Klein, A.M. i in. (2007). *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops*. "P Roy Soc B-Biol Sci 274" doi:10.1098/rspb.2006.3721
- Kovács-Hostyánszki, A., i in. (2016). *Drivers of change of pollinators, pollination networks and pollination*, In: The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo, (eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany
- Kraus, F.B., Szentgyörgyi H., Rozej, E., Rhode M, Morón D., Woyciechowski, M, Moritz R.F.A. (2011). *Greenhouse bumblebees (Bombus terrestris) spread their genes into the wild.* "Conservation Genetics" 12.
- Krauss J., i in. (2010). *Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels*. "Ecology Letters" 13(5).
- Levitt, A.L., Singh, R., Cox-Foster, D.L., Rajotte, E., Hoover, K., Ostiguy, N., Holmes, E.C. (2013). *Cross-species transmission of honey bee viruses in associated arthropods*.

- “Virus Research” 176(1–2), <http://doi.org/10.1016/j.virusres.2013.06.013>
- Lillie, R.J. (1972). *Air pollutants affecting the performance of domestic animals – a literature review*. USDA Agr. Handbook 380
- Lindström, A., Korpela, S., Fries, I. (2008). Horizontal transmission of *Paenibacillus* larvae spores between honey bee (*Apis mellifera*) colonies through robbing. *Apidologie*, 39(5), 515–522. <https://doi.org/10.1051/apido:2008032>
- Maavara, V., A.-J. Martin, A. Oja, Nuorteva, P. (2007). *Sampling of different social categories of red wood ants (Formica s. str.) for biomonitoring*. In: *Environmental Sampling for Trace Analysis*, VCH Verlag GmbH, Weinheim
- Macfarlane, R.P., Griffin, R.P. (1990). Dufour, a parasite of bumble bees. *New Zealand Journal of Zoology*, 17(2), <http://doi.org/10.1080/03014223.1990.10422596>
- Macfarlane, R.P., Lipa, J.J., Liu, H.J. (1995). *Bumble Bee Pathogens and Internal Enemies*. “Bee World”, 76(3), <http://doi.org/10.1080/0005772X.1995.11099259>
- Maori, E., Lavi, S., Mozes-Koch, R., Gantman, Y., Peretz, Y., Edelbaum, O., ... Sela, I. (2007). *Isolation and characterization of Israeli acute paralysis virus, a dicistrovirus affecting honeybees in Israel: Evidence for diversity due to intra- and inter-species recombination*. “Journal of General Virology”, 88(12), <http://doi.org/10.1099/vir.0.83284-0>
- Martin, S. (2001). *The role of varroa and viral pathogens in the collapse of honeybee colonies: A modelling approach*. “Journal of Applied Ecology”, 38(5), <http://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00662.x>
- Martin, S., Horgath, A., van Breda, J., Perrett, J. (1998). *A scientific note on Varroa jacobsoni Oudemans and the collapse of Apis mellifera L. colonies in the United Kingdom*. *Apidologie*, 29 (table I), <http://doi.org/10.1051/apido:19980407>
- McCorquodale, D.B., Beresford, R.G., Francis, J.M., Thomson, C.E., Bartlett, C.M. (1998). (Nematoda: Tylenchida: Sphaerulariidae) in Bumble Bee Queens (Hymenoptera: Apidae) on Cape Breton Island, Nova Scotia, Canada. *The Canadian Entomologist*, 130(6), <http://doi.org/10.4039/Ent130877-6>
- Meeus, I., Pisman, M., Smagghe, G., Piot, N. (2018). *Interaction effects of different drivers of wild bee decline and their influence on host–pathogen dynamics*. *Current Opinion in Insect Science*, Vol. 26, pp. 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.007>
- Meeus, I., De Graaf, D.C., Jans, K., Smagghe, G. (2010). *Multiplex PCR detection of slowly-evolving trypanosomatids and neogregarines in bumblebees using broad-range primers*. *Journal of Applied Microbiology*, 109, <http://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04635.x>

- Morse, R.A., Nowogrodzki R. (1990). *Honey bee pests, predators, and diseases*. Comstock Publishing Associates
- Michener, C.D. (2000). *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA
- Michoła, P., Sikora A., Kelm, M., Sikora M. (2017). *Variability of bumblebee communities (Apidae, Bombini) in urban green areas*. Urban Ecosystems 20(6)
- Miller-Rushing, A.J., Primack, R.B., Daniel Primack D., Mukunda, S. (2006). *Photographs and herbarium specimens as tools to document phenological changes in response to global warming*. American Journal of Botany 93(11): 1667–1674
- Moritz, R.F.A., Hartel, S., Neumann, P. (2005). *Global invasions of the western honeybee (Apis mellifera) and the consequences for biodiversity*. Ecoscience, 12
- Moroń, D., Grześ, I., Skórka, P., Szentgyörgyi, H., Laskowski, R., Potts, S.G., Woyciechowski, M. (2012). *Abundance and diversity of wild bees along gradients of heavy metal pollution*. "Journal of Applied Ecology" 49(1)
- Moroń, D., Szentgyörgyi, H., Wantuch, M., Celary, W., Westphal, C., Settele, J., Woyciechowski, M. (2008). *Diversity of wild bees in wet meadows: implications for conservation*. "Wetlands" 28(4)
- Moroń, D., Grześ, I.M., Skórka, P., Szentgyörgyi, H., Laskowski, R., Potts, S. G., Woyciechowski, M. (2014). *Survival, reproduction and population growth of the important pollinator bee, Osmia rufa, along gradients of heavy metal pollution*. "Insect Conservation and Diversity" 7(2)
- Moroń D., Lenda M., Skórka P., Szentgyorgyi H., Settele J., Woyciechowski M. (2009). *Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes*. "Biol. Conserv"., 142
- MRiRW (Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi), Wyszukiwarka środków ochrony roślin, <http://www.minrol.gov.pl/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin> (dostęp: 31.01.2018)
- Mustafa Yaman, M., Bekircan, C., Radek, R., Linde A. (2014). *Nosema pieriae sp. n. (Microsporida, Nosematidae): A New Microsporidian Pathogen of the Cabbage Butterfly Pieris brassicae L. (Lepidoptera: Pieridae)*. "Acta Protozool". 53
- Nieminen, M., Nuorteva, P., Tulisalo, E. (2001). *The effect of metals on the mortality of Parnassius apollo larvae (Lepidoptera: Papilionidae)*. "Journal of Insect Conservation", 5
- Niemirski, R., Zych, M. (2011). *Fly pollination of dichogamous Angelica sylvestris (Apiaceae): how (functionally) specialized can a (morphologically) generalized plant be?* "Plant Syst Evol" 294, doi:DOI 10.1007/s00606-011-0454-y

- Niu, J., Cappelle, K., de Miranda, J.R., Smagghe, G., Meeus, I. (2014). *Analysis of reference gene stability after Israeli acute paralysis virus infection in bumblebees Bombus terrestris*. "Journal of Invertebrate Pathology", 115, <http://doi.org/10.1016/j.jip.2013.10.011>
- Nordström, S. (2003). *Distribution of deformed wing virus within honey bees (Apis mellifera) brood cells infested with the ectoparasitic mite Varroa destructor*. "Exp. Appl. Acarol.", 29
- Nriagu, J.O. (1996). *The history of global metal pollution*. "Science" 272
- Ollerton, J., Winfree, R., Tarrant, S. (2011). *How many flowering plants are pollinated by animals?* "Oikos" 120, doi:10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x
- Ollerton, J., Erenler, H., Edwards, M., Crockett, R. (2014). *Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes*. "Science", 346(6215)
- Otterstatter, M.C., Thomson, J.D. (2008). *Does Pathogen Spillover from Commercially Reared Bumble Bees Threaten Wild Pollinators?* "PLoS ONE", 3(7), e2771. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0002771>
- Otti, O., Schmid-Hempel, P. (2007). *Nosema bombi: A pollinator parasite with detrimental fitness effects*. Journal of Invertebrate Pathology, 96(2), 118–24. <http://doi.org/10.1016/j.jip.2007.03.016>
- Pacini, E., Nepi, M., Vesprini, J. L. (2003). *Nectar biodiversity: A short review*. Plant Systematics and Evolution, 238(1–4), 7–21. <https://doi.org/10.1007/s00606-002-0277-y>
- Paxton, R. J., Klee, J., Korpela, S., Fries, I. (2007). *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis**. Apidologie, 38, 558–565. <https://doi.org/10.1051/apido:2007037>
- Peng, W., Li, J., Boncristiani, H., Strange, J.P., Hamilton, M., Chen, Y. (2011). *Host range expansion of honey bee Black Queen Cell Virus in the bumble bee, Bombus huntii*. "Apidologie", 42(5), <http://doi.org/10.1007/s13592-011-0061-5>
- Perugini J. i in. (2009). *Monitoring of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Bees (Apis mellifera) and Honey in Urban Areas and Wildlife Reserves*. "Journal of Agricultural and Food Chemistry". 57: 7440–7444
- Petanidou, T., Kallimanis, A.S., Lazarina, M., Tscheulin, T., Devalez, J., Stefanaki, A., ... Sgardelis, S.P. (2018). *Climate drives plant-pollinator interactions even along small-scale climate gradients: the case of the Aegean*. Plant Biology, 20, 176–183. <https://doi.org/10.1111/plb.12593>

- Pettis, J., vanEngelsdorp, D., Johnson, J., Dively, G. (2012). *Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen Nosema*. "Naturwissenschaften" 99, 153–158
- Pistorius, J., Wehner, A., Kriszan, M., Barga, H., Knäbe, S., Klein, O., Frommberger, M., Stähler, M. (2015). *Application of predefined doses of neonicotinoid containing dusts in field trials and acute effects on honey bees*, "Bull. Insectology" 68
- Plischuk, S., Lange, C.E. (2012). *Sphaerularia bombi* (Nematoda: Sphaerulariidae) parasitizing *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) in southern South America. "Parasitology Research", 111(2), <http://doi.org/10.1007/s00436-012-2853-6>
- Ploquin, E.F., Herrera, J.M., Obeso, J.R. (2013). *Bumblebee community homogenization after uphill shifts in montane areas of northern Spain*. *Oecologia*, 173(4), 1649–1660. <https://doi.org/10.1007/s00442-013-2731-7>
- Poinar, G.O., Van Der Laan, P.A. (1972). *Morphology and Life History of Sphaerularia Bombi*. *Nematologica*, 18(2), <http://booksandjournals.brillonline.com/content/journals/10.1163/187529272x00476>
- Ramos-Jiliberto, R., Moisset de Espanés, P., Franco-Cisterna, M., Petanidou, T., Vázquez, D. P. (2018). *Phenology determines the robustness of plant–pollinator networks*. *Scientific Reports*, 8(1), 14873. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33265-6>
- Rader, R. i in. (2015). *Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. Proceedings of the National Academy of Sciences*, doi:10.1073/pnas.1517092112
- Ravoet, J., De Smet, L., Meeus, I., Smagghe, G., Wenseleers, T., de Graaf, D.C. (2014). *Widespread occurrence of honey bee pathogens in solitary bees*. "Journal of Invertebrate Pathology", 122, <http://doi.org/10.1016/j.jip.2014.08.007>
- Ravoet, J., Schwarz, R.S., Descamps, T., Yañez, O., Tozkar, C.O., Martin-Hernandez, R., ... de Graaf, D.C. (2015). *Differential diagnosis of the honey bee trypanosomatids Crithidia mellificae and Lotmaria passim*. "Journal of Invertebrate Pathology", 130, <http://doi.org/10.1016/j.jip.2015.06.007>
- Reynaldi, F.J., Lucia, M., Genchi Garcia, M.L. (2015). *Ascosphaera apis, the entomopathogenic fungus affecting larvae of native bees (Xylocopa augusti): First report in South America*. *Revista Iberoamericana de Micología*, 32(4), 261–264. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2015.01.001>
- Rutrecht, S.T., Brown, M.J.F. (2008). *The life-history impact and implications of multiple parasites for bumble bee queens*. "International Journal for Parasitology", 38(7), <http://doi.org/10.1016/j.ijpara.2007.11.004>

Ruiz-González, M.X., Brown, M.J.F. (2006). *Honey bee and bumblebee trypanosomatids: Specificity and potential for transmission*. "Ecological Entomology", 31(6), 616–622. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2006.00823.x>

Rusterholz, H.P., Erhardt, A. (1998). *Effects of elevated CO₂ on flowering phenology and nectar production of nectar plants important for butterflies of calcareous grasslands*. Oecologia, 113(3), 341–349. <https://doi.org/10.1007/s004420050385>

Rozkrut D. (red.) (2017). *Mały rocznik statystyczny Polski*. GUS, Warszawa

Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 485/2013 z dnia 24 maja 2013 r. zmieniające rozporządzenie wykonawcze (UE) nr 540/2011 w odniesieniu do warunków zatwierdzania substancji czynnych: klotianidyna, tiametoksam i imidachlopyrd oraz zabraniające stosowania i sprzedaży nasion zaprawionych środkami ochrony roślin zawierającymi te substancje czynne, Dz. Urz. UE L 139 z 25.5.2013

Scaven, V.L., Rafferty, N.E. (2013). *Physiological effects of climate warming on flowering plants and insect pollinators and potential consequences for their interactions*. Current Zoology, 59(3), 418–426. <https://doi.org/10.1093/czoolo/59.3.418>

Schmid-Hempel, P., Pühr, K., Kruger, N., Reber, C., Schmid-Hempel, R. (1999). *Dynamic and Genetic Consequences of Variation in Horizontal Transmission for a Microparasitic Infection*. "Evolution", 53(2), <http://doi.org/10.2307/2640779>

Schmid-Hempel, P. (2001). *On the evolutionary ecology of host-parasite interactions: addressing the question with regard to bumblebees and their parasites*. "Die Naturwissenschaften", 88(4)

Senapathi, D. i in. (2015). *The impact of over 80 years of land cover changes on bee and wasp communities in England*. "Proc. Roy. Soc." B 282(1806) 20150294

Sherry, R.A., Zhou, X., Gu, S., Arnone, J.A., Schimel, D.S., Verburg, P.S., Luo, Y. (2007). *Divergence of reproductive phenology under climate warming*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104(1), 198–202. <https://doi.org/10.1073/pnas.0605642104>

Singh, R. (2011). *Ecology and Epidemiology of RNA Viruses in Hymenopteran Pollinators*. Department of Entomology, The Pennsylvania State University

Singh, R., Levitt, A.L., Rajotte, E.G., Holmes, E.C., Ostiguy, N., van Engelsdorp, D., ... Cox-Foster, D.L. (2010). *RNA Viruses in Hymenopteran Pollinators: Evidence of Inter-Taxa Virus Transmission via Pollen and Potential Impact on NonApisHymenopteran Species*. "PLoS ONE", 5(12), e14357. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0014357>

- Sgolastra, F., Medrzycki, P., Bortolotti, L., Renzi, M.T., Tosi, S., Bogo, G., Teper, D., Porrini, C., Molowny-Horas, R. Bosch, J. (2017). *Synergistic mortality between a neonicotinoid insecticide and an ergosterol-biosynthesis-inhibiting fungicide in three bee species*. "Pest. Manag. Sci.", 73
- Spurgeon, D., Hesketh, H., Lahive, E., i in. (2016). *Chronic oral lethal and sub-lethal toxicities of different binary mixtures of pesticides and contaminants in bees* (*Apis mellifera*, *Osmia bicornis* and *Bombus terrestris*). EFSA supporting publication 2016:EN-1076
- Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T. (2000). *Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe*. "Oecologia" 122, doi:10.1007/s004420050034
- Stout, J.C., Tiedeken, E.J. (2017). *Direct interactions between invasive plants and native pollinators: evidence, impacts and approaches*. Functional Ecology, 31(1), 38–46. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12751>
- Suchail S., Guez D., Belzunces L.P. (2001). *Discrepancy between acute and chronic toxicity induced by imidacloprid and its metabolites in Apis mellifera*. "Environ. Toxicol. Chem." 20(11)
- Szentgyörgyi, H., Blinov, A., Ereemeeva, N., Luzyanin, L., Grześ, I.M., Woyciechowski, M. (2011). *Bumblebees (Bombidae) along pollution gradient . Heavy metal accumulation, species diversity, and Nosema bombi infection level*. "Polish Journal of Ecology" 59(3)
- Takkis, K., Tscheulin, T., Petanidou, T. (2018). *Differential effects of climate warming on the nectar secretion of early-and late-flowering mediterranean plants*. Frontiers in Plant Science, 9:874. doi: 10.3389/fpls.2018.00874
- Takkis, K., Tscheulin, T., Tsalkatis, P., Petanidou, T. (2015). *Climate change reduces nectar secretion in two common Mediterranean plants*. AoB PLANTS, 7. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plv111>
- Tapparo, A., Giorio, C., Marzaro, M., Marton, D., Soldá, L., Girolami, V. (2011), *Rapid analysis of neonicotinoid insecticides in guttation drops of corn seedlings obtained from coated seeds*. J "Environ Monit." 13(6)
- Tentcheva, D., Gauthier, L., Zappulla, N., Dainat, B., Cousserans, F., Colin, M.E., Bergoin, M. (2004). *Prevalence and Seasonal Variations of Six Bee Viruses in Apis mellifera L. and Varroa destructor Mite Populations in France*. "Applied and Environmental Microbiology", 70(12), <http://doi.org/10.1128/AEM.70.12.7185>
- Thomas, J.A., Schönrogge, K., Elmes, G.W. (2005). *Specializations and host associations of social parasites of ants*. In: Fellowes, M.D.E., Holloway, G.J., Rolff, J., ed. *Insect evolutionary ecology*. Proceedings of the Royal Entomological Society's 22nd Symposium. Reading: CABI Publishing

- Thomson, J.D. (2010). *Flowering phenology, fruiting success and progressive deterioration of pollination in an early-flowering geophyte*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 365(1555), 3187–3199. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0115>
- Topolska, G., Grzęda, U., Gajda, A. (2017). *Trzy lata badań strat rodzin pszczoł w Polsce opartych na losowo warstwowym doborze próby badanej – analiza wstępna*, referat wygłoszony na 54. Naukowej Konferencji Pszczelarskiej, Puławy
- Vavilova, V., Sormacheva, I., Woyciechowski, M., Ereemeeva, N., Fet, V., Strachecka, A., Blinov, A. (2015). *Distribution and diversity of Nosema bombi (Microsporidia: Nosematidae) in the natural populations of bumblebees (Bombus spp.) from West Siberia*. "Parasitology Research", 114(9), <http://doi.org/10.1007/s00436-015-4562-4>
- Van der Steen, J.J.M., de Kraker, J., Grotenhuis, T. (2012). *Spatial and temporal variation of metal concentrations in adult honeybees (Apis mellifera L.)*. "Environmental Monitoring and Assessment" 184(7)
- Vanbergen, A.J., the Insect Pollinators Initiative. (2013). *Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators*. "Frontiers in Ecology and the Environment", 11(5)
- Vicens, N., Bosch, J. (2000). *Pollinating Efficacy of Osmia cornuta and Apis mellifera (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on 'Red Delicious' Apple*. "Environ. Entomol." 29, doi:10.1603/0046-225X(2000)029[0235:PEOCCA]2.0.CO;2
- Vidau, C., Diogon, M., Aufauvre, J., i in. (2011). *Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by Nosema ceranae*. "PLoS One" 6, e21550
- Ward, L., Waite, R., Boonham, N., Fisher, T. (2007). *First detection of Kashmir bee virus in the UK using real-time PCR*. "Apidologie", 38, <http://doi.org/10.1051/apido>
- Williams, N.M. Crone, E.E., Roulston, T.a.H., Minckley, R.L., Packer, L., Potts, S.G. (2010). *Ecological and life-history traits predict bee species responses to environmental disturbances*. "Biological Conservation" 143(10)
- Willmer, P. (2011). *Pollination by butterflies and moths*. W: Willmer P (ed.) Pollination and floral ecology. Princeton University Press, Princeton, pp 322–336. <https://doi.org/10.1515/9781400838943.322>
- Winter, K., Adams, L. (2006). *Importation of non-native bumble bees into North America: potential consequences of using Bombus terrestris and other non-native bumble bees for greenhouse crop pollination in Canada, Mexico, and the United States*. North. http://libraryportals.org/PCDL/BEEIMPORTATION_AUG2006-1.pdf
- Wood, T., Goulson, D. (2017). *Neonikotynoidy: zagrożenie nie tylko dla pszczół, przegląd danych naukowych uzyskanych po 2013 roku*. Fundacja Greenpeace Polska, Warszawa

- Woodcock, B.A., Isaac, N.J.B., Bullock, J.M., Roy, D.B., Garthwaite, D.G., Crowe, A., Pywell, R.F. (2016). *Impacts of neonicotinoid use on long-term population changes in wild bees in England*. "Nature Communications", 7, 12459
- Wrzesień, M., Denisow, B. (2016). *Distribution and abundance of bee forage flora across an agricultural landscape – railway embankments vs. road verges*. "Acta Societatis Botanicorum Poloniae" 85(3)
- Wrzesień, M., Jachuła, J., Denisow, B. (2016). *Railway embankments – refuge areas for food flora and pollinators in agricultural landscape*. "Journal of Apicultural Science" 60(1):97–110
- Wynns, A.A., Jensen, A.B., Eilenberg, J. (2013). *Ascosphaera callicarpa, a New Species of Bee-Loving Fungus, with a Key to the Genus for Europe*. "PLOS ONE", 8(9), e73419. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0073419>
- Yourth, C.P., Brown, M.J.F., Schmid-Hempel, P. (2008). *Effects of natal and novel Crithidia bombi (Trypanosomatidae) infections on Bombus terrestris hosts*. "Insectes Sociaux", 55(1), <http://doi.org/10.1007/s00040-007-0974-1>
- Yue, C., Genersch, E. (2005). *RT-PCR analysis of Deformed wing virus in honeybees (Apis mellifera) and mites (Varroa destructor)*. "The Journal of General Virology", 86(Pt 12), <http://doi.org/10.1099/vir.0.81401-0>
- Ziaja, M., Denisow, B., Wrzesień, M., Wójcik, T. (2018). *Availability of food resources for pollinators in three types of lowland meadows*. "Journal of Apicultural Research". <https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1454293>
- Zych, M., Jakubiec, A. (2006). *How much is a bee worth? Economic aspects of pollination of selected crops in Poland*. "Acta Agrobot." 59
- Zych, M., Jakubiec, A. (2008). *Pollination of the Polish red list plants: a preliminary statistical survey*. "Acta Agrobot" 61
- Zych, M., Niemczyk, P., Niemirski, R. (2007). *Umbellifers as potential keystone species in restoration projects*. "Acta Agrobot" 60



Narodowa Strategia Ochrony Owadów Zapylających

Rada Naukowa

prof. dr hab. Bożena Denisow Katedra Botaniki i Fizjologii Roślin, Zakład Biologii Roślin, Wydział Biologii Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

dr Anna Gajda Instytut Medycyny Weterynaryjnej, Katedra Patologii i Diagnostyki Weterynaryjnej, Pracownia Chorób Owadów Użytkowych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

dr Tomasz Kiljanek Zakład Farmakologii i Toksykologii, Państwowy Instytut Weterynaryjny, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

dr hab. Paulina Kramarz prof. UJ, Instytut Nauk o Środowisku, Uniwersytet Jagielloński

dr hab. Hajnalka Szentgyörgyi Instytut Botaniki, Wydział Biologii, Uniwersytet Jagielloński

dr hab. Marcin Zych prof. UW, Wydział Biologii, Ogród Botaniczny, Uniwersytet Warszawski

Rada Społeczna

dr hab. Małgorzata Biełkowska Pracownia Hodowli Pszczół, Instytut Ogrodnictwa – Zakład Pszczelnictwa w Puławach

prof. dr hab. Emilia Brzosko Instytut Biologii, Zakład Ekologii Roślin, Uniwersytet w Białymstoku

prof. dr hab. Waldemar Celary Instytut Biologii, Uniwersytet im. Jana Kochanowskiego w Kielcach

prof. dr hab. Bogdan Jaroszewicz Wydział Biologii, Białowiecka Stacja Geobotaniczna, Uniwersytet Warszawski

Waldemar Kudła prezes Związku Pszczelarzy Ziemi Legnickiej

Piotr Mrówka prezes Stowarzyszenia Pszczelarzy Zawodowych

prof. dr hab. Andrzej Posyniak Zakład Farmakologii i Toksykologii, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy

Piotr Skorupa prezes Stowarzyszenia Pszczelarzy Polskich „Polanka”

prof. dr hab. Piotr Skubała Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Śląski w Katowicach

dr hab. inż., prof. UR Bogdan Wiśniowski Katedra Zoologii, Uniwersytet Rzeszowski

prof. dr hab. Michał Woyciechowski Instytut Nauk o Środowisku, Uniwersytet Jagielloński

Projekt graficzny i skład:

Marianna Wybieralska

Ilustracja na okładce i stronie 4:

Monika Siemińska

Zdjęcia:

okładka, str. 78, 79, 94, Richard Lutzbauer / Greenpeace

str. 5, 23, Danny Perez / Greenpeace

str. 9, 33, 81, Peter Caton / Greenpeace

str. 10, 14, 21, Ivan Donchev / Greenpeace

str. 13, 35, 80, Fred Dott / Greenpeace

str. 15, Bente Stachowske / Greenpeace

str. 24, 32, Ute Klaphake / Greenpeace

str. 34, 84, Chris Petts / Greenpeace

str. 36, 39, Emile Loraux / Greenpeace

str. 44, Nick Cobbing / Greenpeace

str. 46, 47, Bas Beentjes / Greenpeace

str. 63, Bruno Kelly / Greenpeace

str. 66, Ed Lonnee / Greenpeace

str. 71, Werner Rudhard / Greenpeace

str. 74, Jaap Arriens

str. 76, Bogusz Bilewski / Greenpeace

str. 82, Angel Garcia / Greenpeace

str. 85, Tomas Halasz / Greenpeace

Redakcja:

Magdalena Kędzierska-Zaporowska

Greenpeace, Warszawa 2020

Zalecany sposób cytowania: Zych M., Denisow B., Gajda A., Kiljanek T., Kramarz P., Szentgyörgyi H., (2020). Narodowa Strategia Ochrony Owadów Zapylających. Aktualizacja. Fundacja Greenpeace. Warszawa

Strategia powstała w ramach akcji Adoptuj Pszczolę

Pełen tekst Narodowej Strategii Ochrony Owadów Zapylających oraz załączniki dostępne są na stronie www.greenpeace.org/poland/narodowa-strategia-ochrony-owadów-zapylających/