

Ochrona owadów zapylających w ekosystemach leśnych

Monografia pod redakcją naukową
Krystyny Czekońskiej i Kazimierza Szabli



Las Państwowe



PSZCZOŁY
WRACAJĄ DO LASU



WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ROLNICZEGO
W KRAKOWIE

Kraków 2020

Ochrona owadów zapylających w ekosystemach leśnych

Monografia pod redakcją naukową
Krystyny Czekońskiej i Kazimierza Szabli



Las Państwowe



PSZCZOŁY
WRACAJĄ DO LASU

Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

Kraków 2020

Redaktor Naczelny Wydawnictwa UR w Krakowie
Prof. dr hab. inż. Józef Bieniek

Recenzenci
Prof. dr hab. Andrzej Grzywacz, SGGW w Warszawie
Prof. dr hab. Michał Woyciechowski, UJ w Krakowie

Opracowanie redakcyjne i korekty
Zespół Wydawnictwa UR w Krakowie

Skład i łamanie
Wojciech Prażuch

Projekt graficzny okładki
Anna Podczaszy

Fotografie na okładce
Jan Bodziarczyk, Krystyna Czekońska, Andrzej Oleksa

Autorzy zdjęć
Jan Bodziarczyk, Jerzy Bylicki, Krystyna Czekońska, Magdalena Frączek, Wojciech Grodzki,
Andrzej Oleksa

Autorzy rycin
Sebastian Marcol, Andrzej Oleksa, Adam Tofilski

Wydano za zgodą Rektora Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
Copyright © Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków 2020
Copyright © Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy Lasów Państwowych w Bedoniu 2020
Wydanie publikacji sfinansowane ze środków Lasów Państwowych

ISBN 978-83-66602-05-2

Publikacja dostępna on-line pod adresem:
<https://projekty-rozwojowe.lasy.gov.pl/>

Wydawnictwo UR w Krakowie
31-425 Kraków, al. 29 Listopada 46
tel. (12) 662 51 57, 662 51 59
e-mail: wydawnictwo@ur.krakow.pl
www.wydawnictwo.ur.krakow.pl

Ark. wyd. 14. Ark. druk. 12,5. Nakład 2000 egz.

Druk i oprawa: Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy Lasów Państwowych w Bedoniu,
95-020 Nowy Bedoń, ul. Henryka Sienkiewicza 19

Spis treści

Podziękowania	5
Słowo wstępne.....	7
<i>Kazimierz Szabla</i>	
Literatura	19
Rozdział 1. Ochrona owadów zapylających w lasach	21
1.1. Chroniąc las, chronimy owady zapylające dziko żyjące	21
<i>Wojciech Grodzki</i>	
1.2. Bartnictwo jako forma ochrony dziko żyjących rodzin pszczoły miodnej w lasach	38
<i>Adam Tofilski, Andrzej Oleksa</i>	
Literatura	50
Rozdział 2. Kierunki w hodowli lasu sprzyjające owadom zapylającym.....	55
<i>Jerzy Szwagrzyk, Jan Bodziarczyk, Magdalena Frączek</i>	
2.1. Stan obecny lasów Polski z perspektywy gatunków zapylających	56
2.2. Propozycje dla hodowli lasu	59
2.3. Działania wymagające modyfikacji zasad hodowli lasu	65
Literatura	74
Rozdział 3. Planowanie w leśnictwie (urządzanie lasu) sprzyjające owadom zapylającym	77
3.1. Ochrona owadów zapylających w lasach w zakresie urządzania lasu	77
<i>Janusz Bańkowski, Stanisław Miścicki</i>	
3.2. Gatunki drzew, krzewów i roślin zielnych do nasadzeń lub wysiewu w różnych siedliskowych typach lasu	86
<i>Magdalena Frączek, Jerzy Szwagrzyk, Jan Bodziarczyk</i>	
Literatura	111
Rozdział 4. Owady zapylające	115
4.1. Rola i znaczenie owadów zapylających w środowisku	115
<i>Sylvia Łopuch</i>	

4.2. Pszczoły (Hymenoptera: Apoidea)	120
<i>Sylwia Łopuch</i>	
4.3. Podgatunki pszczoły miodnej i rola lasów w ochronie ich różnorodności	130
<i>Andrzej Oleksa, Adam Tofilski</i>	
Literatura	141
Rozdział 5. Pokarm pszczół i jego wykorzystanie	147
<i>Krystyna Czekońska</i>	
5.1. Nektar, spadź i pyłek kwiatowy	148
5.2. Wymagania żywienia pszczół	149
5.3. Strategia zdobywania pokarmu przez pszczoły	153
5.4. Dostępność pokarmu dla pszczół	158
Literatura	162
Rozdział 6. Las źródłem pszczelego pokarmu	169
6.1. Rozkład sezonowy zasobów pokarmowych pszczół	169
<i>Krystyna Czekońska, Sylwia Łopuch, Stanisław Miścicki, Janusz Bańkowski, Kazimierz Szabla</i>	
6.2. Zasady udostępniania obszarów leśnych właścicielom rodzin pszczelich	183
<i>Krystyna Czekońska</i>	
Literatura	187
Dodatek I	189
Wykaz akronimów	199

Podziękowania

Monografia *Ochrona owadów zapylających w ekosystemach leśnych* powstała jako podsumowanie projektu rozwojowego Lasów Państwowych (LP) „Pszczoly wracają do lasu”, mającego na celu opracowanie zasad i metod ochrony tej ważnej grupy owadów. Projekt realizowany był w latach 2018–2019, na podstawie decyzji nr 76 z dnia 2 marca 2017 r. Dyrektora Generalnego LP Pana dr. inż. Konrada Tomaszewskiego, w ramach projektu „Zdrowa żywność z polskich lasów”. Koncepcja projektu i jego szczegółowe cele zostały opracowane przy decydującym udziale Pani prof. dr hab. Krystyny Czekońskiej z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, która była nie tylko opiekunem naukowym projektu, organizatorką studiów podyplomowych „Pszczelarstwo”, ale także jest autorką, współautorką i redaktorem naukowym niniejszego opracowania. Za to należą się Jej szczególne podziękowania. Wielkie podziękowania pragnę złożyć 104 leśnikom-pszczelarzom, którzy na potrzeby projektu udostępnili swoje pasieki i osobiście, kosztem własnego czasu, zaangażowali się w jego realizację, umożliwiając gromadzenie danych dotyczących monitorowanych rodzin pszczelich oraz fenologii kwitnienia roślin pokarmowych pszczół.

Słowa podziękowania kieruję do Dyrektora Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej w Krakowie Pana Zdzisława Spendla oraz Pana Krzysztofa Murzynowskiego za opracowanie szczegółowych opisów taksacyjnych lasów wokół pasiek biorących udział w projekcie wraz z mapami, a także do Dyrektora Zakładu Informatyki LP Pana Piotra Smiatacza oraz Pana Marcina Olejniczaka (autora logo projektu) za stworzenie możliwości gromadzenia i przetwarzania tysięcy danych napływających z pasiek oraz za opracowanie specjalnej aplikacji na smartfony dla uczestników projektu. Pani dr Sylwii Łopuch dziękuję za rzetelne opracowanie danych i przygotowanie ich do dalszych analiz. Dziękuję Panu dr. Piotrowi Bratkowi z firmy Liveco za udaną współpracę.

Podziękowania należą się również pracownikom Ośrodka Rozwojowo-Wdrożeniowego LP w Bedoniu, którzy zajmowali się projektem pod względem formalnym, organizacyjnym i finansowym. Dziękuję zatem Dyrektorowi Panu Tomaszowi Modlińskiemu, Pani Annie Dałkowskiej i Panu Rafałowi Selwakowskiemu, a w końcowej fazie Panu Pawłowi Pruszyńskiemu oraz Wojciechowi Sarzyńskiemu za wszelką pomoc w realizacji projektu. Dziękuję Pani Kornelii Arent z Nadleśnictwa Rudy Raciborskie za osobistą i bezinteresowną pomoc w zakresie informatyki i cierpliwość, a także Panu Sebastianowi Marcolowi z Nadleśnictwa Ustroń za korzystanie z jego wiedzy w zakresie map numerycznych.

Dziękuję pracownikom Wydziału Koordynacji Projektów Rozwojowych Dyrekcji Generalnej LP, a szczególnie Naczelnikowi tegoż Wydziału Panu Mariuszowi

Błasiakowi za nadzór nad projektem na każdym etapie jego realizacji. Bez merytorycznego wsparcia Pana Mariusza Błasiaka, jego determinacji i konsekwencji nie byłoby obecnego finału. Kontynuacja projektu nie byłaby możliwa bez wsparcia Pana Bogusława Piątka, zastępcy Dyrektora Generalnego LP ds. Gospodarki Leśnej. Przychylność, rozumienie wagi problemu i podejmowane przez Pana Dyrektora decyzje nie tylko sprzyjały realizacji projektu, ale pozwoliły także podsumować projekt w formie monografii skierowanej do szerokiego grona Czytelników.

Osobne słowa podziękowania kieruję do wszystkich współautorów monografii oraz do Magnificencji Rektorów UR w Krakowie w osobach prof. dr. hab. inż. Włodzimierza Sady i dr. hab. Sylwestra Tabora, prof. UR.

Kierownik projektu
„Pszczoły wracają do lasu”
Kazimierz Szabla

Słowo wstępne

Kazimierz Szabla

Jeszcze do niedawna na Ziemi funkcjonowały tysiące ekosystemów, często niezależnych od siebie. Każdy ekosystem to mnogość gatunków oraz złożona sieć powiązań i zależności. Człowiek, obserwując te zależności oraz badając rolę i znaczenie jego składowych, jest już świadomy tego, że jego obecny byt i przyszłość zależą od sprawnego funkcjonowania tego „muru życia”, w którym każda z milionów cegiełek zależy od innej cegiełki. W celu zachowania równowagi w ekosystemach, a także przetrwania własnego gatunku, należy chronić wszystkie elementy tworzące te ekosystemy, a także procesy w nich zachodzące. Każdy ekosystem poddawany jest ciągłej presji zmieniających się mniej lub bardziej dynamicznie czynników zewnętrznych, a gatunki są zmuszane do permanentnych przystosowań. Jeśli jednak w procesie ewolucji tempo zmian przewyższa zdolności adaptacyjne gatunku, to gatunek ginie, a ekosystemy rozpadają się lub ewoluują. Takie prawa rządziły formami życia na Ziemi przez setki milionów lat. Zmienił to jednak człowiek, zwłaszcza w ciągu ostatnich dziesięcioleci. Z prac Międzynarodowego Programu Zmian Geosfery i Biosfery (IGBP) wynika, że „kluczowe elementy ziemskiego ekosystemu wykroczyły poza naturalną zmienność z ostatnich 11 tysięcy lat”. Proces ten nosi nazwę „wielkiego przyspieszenia” (*great acceleration*). Obecnie jesteśmy świadkami masowego wymierania gatunków i drastycznego spadku różnorodności biologicznej w skali globalnej, za który jesteśmy wyłącznie odpowiedzialni. Nasilająca się antropopresja i przemieszczanie się gatunków w skali globalnej, za sprawą człowieka, prowadzi do rozpadu wielu ekosystemów, z czego nie do końca zdajemy sobie sprawę. Człowiek, jak się wydaje, nie zagraża jeszcze życiu na Ziemi – zagraża sobie.

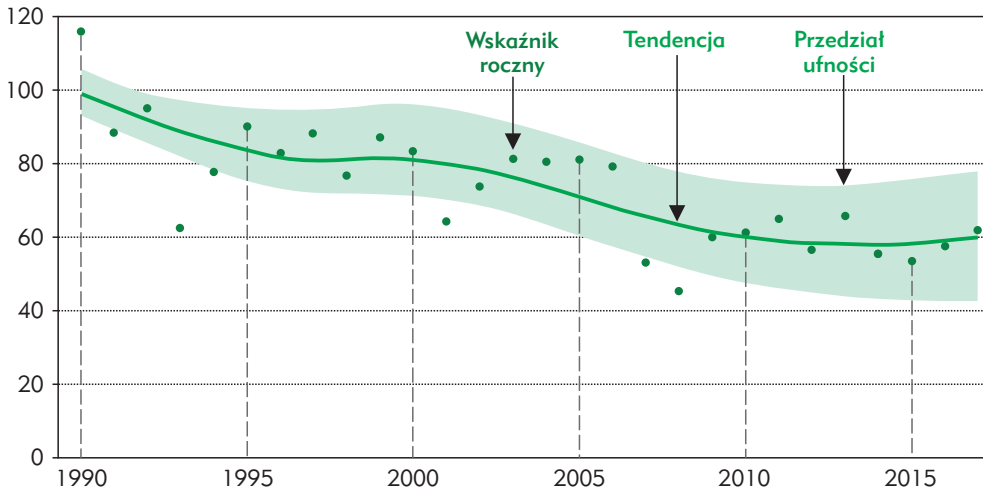
Jedną z grup organizmów zagrożonych w znacznym stopniu wyginięciem na skutek działalności człowieka, mających olbrzymie znaczenie dla życia niezliczonych innych gatunków, są owady zapylające, w tym pszczoły. O roli i znaczeniu tych owadów w funkcjonowaniu ekosystemów mamy obszerną wiedzę. Obecnie wiemy, że blisko 90% wszystkich roślin kwiatowych do wydania nasion potrzebuje udziału zapylaczy, a prawie 80% występujących na naszej planecie gatunków roślin w ekosystemach lądowych do niezakłóconej reprodukcji wymaga obecności pszczół.

Związek roślin naczyniowych z owadami trwa nieprzerwanie od co najmniej 100 milionów lat. To wtedy kolejnym etapem opanowywania lądów przez rośliny, po ich wyjściu z morza, był dynamiczny rozwój roślin okrytonasiennych, które do swojej re-

produkcji wymagają krzyżowego zapylenia. Wytwarzają one bogate w nektar i pyłek kwiaty, wabiąc nimi owady, których zadaniem jest przeniesienie pyłku. W efekcie zapylenia kwiatu dochodzi do zapłodnienia i następującego po nim formowania się nasion i owoców. Owady zapyłające umożliwiają zatem niezakłóconą reprodukcję większości gatunków roślin tworzących ziemskie ekosystemy. Wspecjalizowały się w tym nie tylko owady, ale także rośliny, dostosowując w ciągu milionów lat ewolucji budowę swoich organów generatywnych do budowy anatomicznej owada, wabiąc go przeróżnymi sposobami. Różnorodność kwiatów, ich zapach i barwa zachwycają nas swoim pięknem. Rośliny w tym wypadku mają jednak na celu tylko przyciągnięcie do siebie tych owadów, które odwiedzając je, przynoszą od innych osobników rodzicielskich gamety tego samego gatunku zawarte w pyłku. Światy roślin i owadów w swojej specjalizacji zaszły tak daleko, że nie mogą istnieć bez siebie. Obserwując te zależności, badając rolę, relacje i powiązania zachodzące pomiędzy roślinami a owadami zapyłającymi, mamy świadomość, że i nasze istnienie i przyszłość zależą od sprawnego funkcjonowania i ochrony wszystkich składników tego systemu. Zachowanie większości obecnych form życia byłoby niemożliwe bez udziału tej grupy owadów. Tak więc zrodzony przed milionami lat w procesie ewolucji związek roślin z owadami trwa niezmiennie do dziś. Związek owadów z roślinami jest dla tych ostatnich obligatoryjny. Otwarte pozostaje pytanie, dlaczego przez dziesiątki milionów lat pszczoły nie zmieniły swojej budowy. Jedną z hipotez głosi, że mają zablokowany kod genetyczny i dlatego nie podlegają prawom ewolucji. Nie wytworzyły także wielu mechanizmów obronnych, ponieważ nie musiały. Były i są „zapraszane” i żywione przez kwiaty.

W ostatnich latach proces wymierania owadów zapyłających przybiera jednak na sile. Z wielu regionów naszego globu napływają coraz częściej niepokojące informacje o narastaniu tego problemu. Mając wiedzę i świadomość, że większość istniejących form życia, tworzących ziemskie ekosystemy, uzależniona jest bezpośrednio lub pośrednio od pracy tych owadów, w tym także nasze codzienne życie, winniśmy podjąć zdecydowane działania powstrzymujące ten proces. Wymieranie owadów zapyłających czy notowany spadek ich biomasy powodują niebezpieczeństwo bezpowrotnej utraty wielu gatunków i mogą nieodwracalnie zachwiać nie tylko stabilnością obecnych ekosystemów, ale także naszym bezpieczeństwem żywnościowym. Z opublikowanych badań z niemieckich obszarów chronionych wynika, że w ciągu ostatnich trzech dekad biomasa owadów latających zmniejszyła się o 80%. Europejska Agencja Środowiska (EEA), na podstawie gromadzonych w ramach systemu monitorowania motyli europejskich (dane dotyczą 17 gatunków motyli łąkowych), wyliczyła, że od 1990 roku monitorowana populacja motyli zmniejszyła się o 39% (ryc. 0.1).

Jeśli nie powstrzymamy tych procesów, dojdzie do zaburzeń w ekosystemach, których skutki najdotkliwiej odczuje człowiek (ryc. 0.2). Wiele państw i organizacji na świecie, zaniepokojonych tym stanem, zaczyna podejmować szereg działań

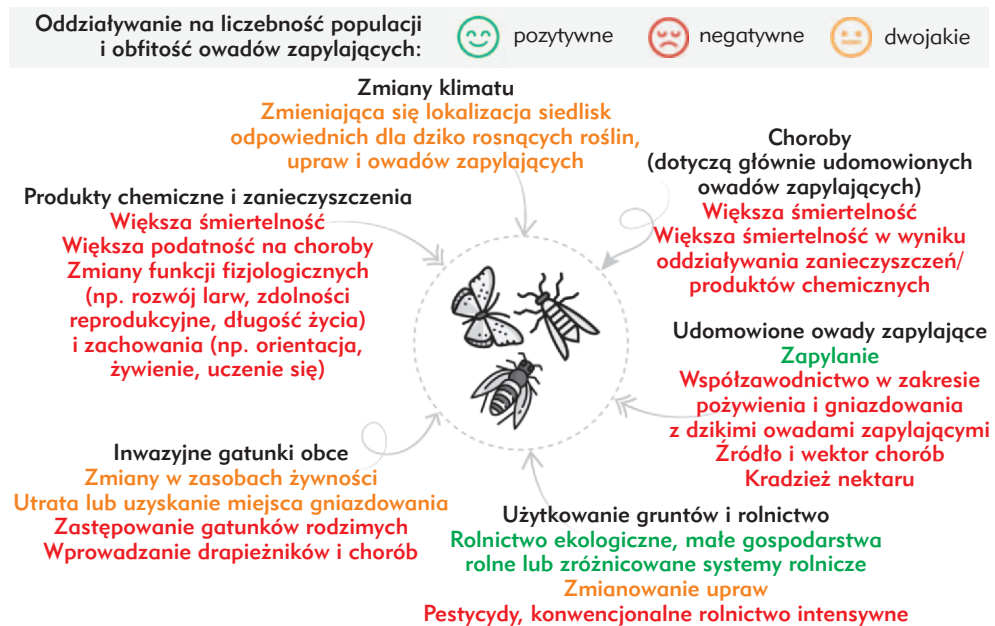


Indeks 1990 = 100

Dane zgromadzone dla 15 krajów: Belgia, Estonia, Finlandia, Francja, Niemcy, Irlandia, Litwa, Luksemburg, Niderlandy, Portugalia, Rumunia, Słowenia, Hiszpania, Szwecja i Zjednoczone Królestwo

Źródło: Europejski Trybunał Obrachunkowy na podstawie danych EEA

Ryc. 0.1. Wskaźnik motyli na użytkach zielonych w latach 1990–2017



Źródło: Europejski Trybunał Obrachunkowy na podstawie informacji Międzynarodowej Platformy Naukowo-Politycznej w sprawie Różnorodności Biologicznej i Funkcjonowania Ekosystemów (IPBES)

Ryc. 0.2. Wpływ różnych czynników presji na owady zapylające

ochronnych. W globalnej ocenie stanu owadów zapylających z 2016 roku (IPBS) stwierdzono, że liczebność dzikich owadów zapylających gwałtownie się zmniejsza pod wpływem działalności człowieka i wywołanych przez niego zmian klimatu, stanowiących dla tych owadów coraz większe zagrożenie.

Sprawozdanie z oceny stanu owadów na świecie z 2019 roku (Sanchez-Bayo i in. 2019) potwierdziło tendencję spadkową, jeśli chodzi o liczebność owadów w ogóle, oraz to, że zagrożonych wyginięciem jest ponad 40% gatunków owadów. Za najbardziej zagrożone gatunki uznano m.in. pszczoły. Świadomość zagrożenia bezpieczeństwa żywnościowego zmusiła także Parlament Europejski do działań w tym zakresie. 19 października 2011 roku Parlament ogłosił raport wzywający rządy wszystkich państw UE do ochrony pszczół. W unijnej strategii ochrony różnorodności biologicznej na lata 2011–2020 określono sześć celów dotyczących powstrzymania utraty tej różnorodności i degradacji usług ekosystemowych, w tym cel nr 2. „Utrzymanie i wzmocnienie ekosystemów i ich funkcji” oraz cel nr 3. „Zwiększenie wkładu rolnictwa i leśnictwa na rzecz różnorodności biologicznej”. W śródkresowym przeglądzie strategii z 2015 roku stwierdzono, że „utrata różnorodności i degradacja usług ekosystemowych w UE nie zatrzymała się w 2010 roku, a zapylanie jest jedną z najbardziej zdegradowanych usług ekosystemowych”. W czerwcu 2018 roku Komisja Europejska opublikowała komunikat w sprawie inicjatywy na rzecz owadów zapylających, którego część stanowi wykaz działań mających na celu zwalczanie największych zagrożeń dla dzikich owadów zapylających. Wraz ze wzrostem wiedzy społeczeństwa na temat drastycznego zmniejszania się populacji owadów zapylających i potencjalnych skutków tego procesu powstaje wiele inicjatyw społecznych i wzrasta presja na rządy oraz organy UE. W 2019 roku „obywatele europejscy” uruchomili inicjatywę dotyczącą ochrony pszczół i wezwali Komisję Europejską do „stopniowego wycofywania pestycydów z użycia w europejskim rolnictwie oraz do wsparcia rolników w okresie przejścia na zrównoważone praktyki rolnicze”. W planie działania opublikowanym w styczniu 2020 roku najważniejsi naukowcy uznali ograniczenie stosowania pestycydów i dywersyfikację krajobrazów za narzędzia służące ochronie i odtwarzaniu populacji owadów. Podkreślili oni, że obecna sytuacja wymaga podjęcia pilnych działań i stwierdzili, że „dostępnych jest już wystarczająco dużo informacji na temat niektórych głównych przyczyn spadku liczebności owadów, aby natychmiast opracować rozwiązania”. Jednak w krytycznym sprawozdaniu specjalnym z czerwca 2020 roku, opracowanym z inicjatywy Europejskiego Trybunału Obrachunkowego, pt. *Ochrona dzikich owadów zapylających w UE* stwierdza się, że „[...] inicjatywy Komisji Europejskiej nie zaowocowały poprawą sytuacji oraz że w UE drastycznie maleje zarówno liczebność, jak i różnorodność gatunków dzikich owadów zapylających w wyniku coraz bardziej zagrażającej im działalności ludzkiej, w szczególności przechodzenia na intensywną gospodarkę rolną oraz stosowania pestycydów i nawozów”. W dalszej treści ww. sprawozdania zawarte są m.in. następujące stwierdzenia:

- „Spada liczebność populacji owadów zapylających”.
- „Unijne ramy dotyczące dzikich owadów zapylających w niewielkim stopniu zapobiegły spadkowi liczebności owadów”.
- „W unijnych strategiach dotyczących rolnictwa i różnorodności biologicznej nie określono szczegółowych wymogów dotyczących ochrony dzikich owadów zapylających”
- „W przepisach dotyczących pestycydów uwzględniono zabezpieczenia dotyczące pszczół miodnych, część z nich nie jest jednak stosowana”.

Dalej stwierdza się: „Unijne ramy pozwoliły państwom członkowskim na dalsze wydawanie zezwoleń nadzwyczajnych na stosowanie zakazanych środków ochrony roślin, szkodliwych dla owadów zapylających”.

Nadzieję na poprawę sytuacji w Europie daje realizacja zaleceń Europejskiego Trybunału Obrachunkowego skierowanych w lipcu 2020 roku do Komisji Europejskiej. Trybunał zaleca, aby Komisja:

- „oceniła potrzeby w zakresie konkretnych działań na rzecz dzikich owadów zapylających, jakie należy uwzględnić w planie działań w ramach strategii ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2030 roku,
- lepiej zintegrowała działania mające na celu ochronę dzikich owadów zapylających w ramach instrumentów polityki UE dotyczących różnorodności biologicznej i rolnictwa,
- poprawiła stan dzikich owadów zapylających w ramach procesu oceny ryzyka dotyczącego pestycydów”.

Sytuacja jest na tyle poważna, że Światowe Forum Ekonomiczne w 2020 roku uznało utratę różnorodności biologicznej za jedno z pięciu długoterminowych globalnych zagrożeń, stwierdzając, że zmniejszenie liczby owadów zapylających spowoduje odejście od upraw bogatych w substancje odżywcze wymagających zapylania przez owady (owoce, warzywa i orzechy) na rzecz upraw wysokokalorycznych, a ubogich w substancje odżywcze (np. ryż, pszenica, kukurydza, ziemniaki i soja).

Także w Polsce organizacje pozarządowe, w tym organizacje pszczelarskie, przy udziale ośrodków naukowych w 2019 roku opracowały *Krajową strategię ochrony owadów zapylających*, która oprócz diagnozy sytuacji i wskazania kierunków ochrony owadów zapylających stanowi wezwanie do podjęcia zdecydowanych działań. Wezwanie to skierowano do państwa, samorządów, instytucji badawczych i szkół wyższych, organizacji pozarządowych, organizacji i stowarzyszeń branżowych, przedsiębiorstw, rolników i społeczeństwa. W dokumencie tym stwierdza się, że owady zapylające winny być traktowane jako strategiczny zasób przyrodniczy i należycie chronione. Jego autorzy postawili sobie za główne cele:

- uświadomić rolę różnorodności i rolę zapylaczy w przyrodzie i naszym życiu,
- wskazać zagrożenia, jakie powodują straty zapylaczy,

- zaproponować rozwiązania (przyrodnicze, ale także prawne) poprawiające stan populacji zapylaczy, które mogą zostać wdrożone zarówno na poziomie centralnym, jak i przez każdego z Polaków,
- pokazać luki w naszej wiedzy, które często utrudniają skuteczną ochronę tej ważnej grupy zwierząt.

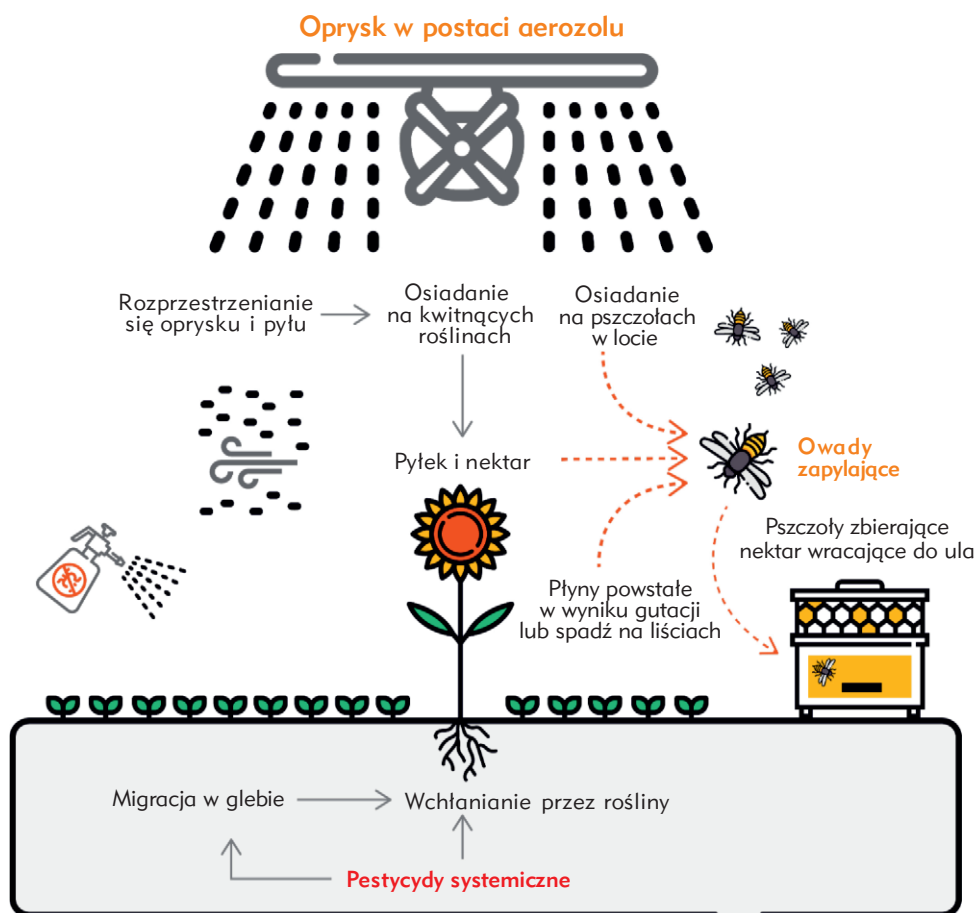
Opracowana strategia nie stała się jednak dokumentem rządowym.

Aby podejmowane działania przyniosły poprawę sytuacji, za przykładem Europy powinny podążać społeczeństwa na wszystkich kontynentach, problem jest bowiem natury globalnej i ogólnoludzkiej.

Przyczyn postępującego spadku populacji owadów zapylających upatrywać należy w wielu czynnikach. Jednym z głównych sprawców, jak już wspomniano, jest „nowoczesne rolnictwo”, mające duży wpływ na zanik naturalnych siedlisk do życia i rozrodu. W krajobrazie rolniczym w coraz większym stopniu dominują wielkopowierzchniowe uprawy roślin wiatropylnych. Te monokultury nie oferują owadom pyłku ani nektaru, a uprawy nektarodajne, jak gryka czy rzepak, zapewniają jedynie mało zróżnicowany pokarm, najczęściej przez kilka zaledwie dni w roku. Dawne pola mieniły się kolorami wiosną, latem i jesienią. Rosły na nich maki, bławatki i wiele innych roślin kwiatowych. Poprzedzielane licznymi miedzami zapewniały pszczołom zróżnicowaną dietę. W ostatnim ćwierćwieczu jednak likwidacji uległa większość miedz, uproduktywniono także znaczną część śródpolnych remiz i „nieużytków”. A i dziś powszechnie usuwa się dziką roślinność nie tylko wzdłuż dróg, ale także z parków czy ogrodów, zastępując ją nisko przystrzyżonymi trawnikami. Stosowane coraz częściej w rolnictwie wysokowydajne maszyny i nowoczesne technologie uprawowe nie uwzględniają ekologii owadów zapylających i niszczą wiele gatunków gnieźdzących się zarówno nad ziemią, jak i w ziemi.

Istotną przyczyną ginięcia owadów zapylających jest jednak coraz większa obecność substancji toksycznych w środowisku, głównie różnego rodzaju środków ochrony roślin stosowanych w rolnictwie, ogrodnictwie czy sadownictwie, w celu ochrony i zwiększania plonów, a tym samym podnoszenia wydajności i rentowności produkcji. Zużycie chemicznych środków ochrony roślin tylko w ostatnich dziesięciu latach uległo podwojeniu. Wprawdzie coraz nowsze generacje tych środków nie zabijają z reguły bezpośrednio pszczołowatych, jednak ich kumulacja w glebach i przedostawanie się do tkanek roślin, a następnie ciała owadów, osłabia te owady, czyniąc je bardziej podatnymi na choroby i patogeny (ryc. 0.3). Wszystko to, wraz z postępującym zubożeniem bioróżnorodności w monokulturach rolnych, jako działanie synergiczne przyczynia się do nienotowanego dotąd tempa wymierania owadów zapylających. Kumulacja kilku środków, np. fungicydów z insektycydami i herbicydami, zwiększa ich toksyczność, co jest często zabójcze dla tych owadów. W pyłku roślin uprawowych znaleźć można wszystkie związki chemiczne stosowane w rolnictwie. Karmione nimi larwy ulegają zatruciom. Zawarte w pestycydach neonicotynoidy, powszechnie stosowane od lat dziewięćdzie-

siątych XX wieku do ochrony upraw, a także wchodzące w skład zapraw nasiennych, były przyczyną masowych zatruc pszczoł nie tylko w Europie. Środki neonikotynoidowe to pestycydy systemiczne, co oznacza, że są one wchłaniane przez roślinę i krążą w jej tkankach przez cały cykl życia. Genetycznie modyfikowana kukurydza MON 810 wytwarza własne pestycydy. Stanowi to nowe zagrożenie dla zapylaczy.



Rodzaj działania:	Rodzaj toksyczności:	Droga narażenia:	Wpływ na osobniki:
<ul style="list-style-type: none"> • letalny • subletalny (wpływ na zachowanie, odporność, funkcje reprodukcyjne itd.) 	<ul style="list-style-type: none"> • ostra (krótkoterminowa) • przewlekła (długoterminowa) 	<ul style="list-style-type: none"> • pokarmowa (spożycie) • przez kontakt • oddechowa 	<ul style="list-style-type: none"> • dorosłe • larwy

Źródło: Europejski Trybunał Obrachunkowy na podstawie informacji Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA)

Ryc. 0.3. Drogi narażenia owadów zapylających na działanie pestycydów

Rolnictwo stoi obecnie przed największym wyzwaniem w swojej historii. Wzrastająca w postępie geometrycznym populacja *Homo sapiens*, zwłaszcza w ostatnich 100 latach, doprowadziła do znacznego wzrostu zapotrzebowania na żywność. Zmienia się zatem rolnictwo, które dzisiaj bez ingerencji genetycznej w gatunki uprawowe, bez nawozów sztucznych i środków chemicznej ochrony roślin, a także wielkich wylesień, zwłaszcza w pasie tropikalnym, nie byłoby w stanie wyżywić ludzkości. Oczywiście jest, że potrzeby żywieniowe wraz z postępującym wzrostem ludzkiej populacji będą się nadal zwiększać. Według prognoz w 2050 roku populacja ta ma wynieść około 10 miliardów. Dlatego też przyjazne środowisku rolnictwo to jedno z najpilniejszych wyzwań ludzkości. Rolnictwo stanowi jeden z wielu zespołów czynników zagrażających owadom zapylającym we współczesnym świecie. Nasilające się zanieczyszczenie środowiska, degradacja i fragmentacja siedlisk, urbanizacja przestrzeni, inwazyjne gatunki obce – zarówno rośliny, jak i zwierzęta – to czynniki, które wraz z postępującymi zmianami klimatycznymi nieuchronnie prowadzą do zaburzeń w ekosystemach i powodują wzrost zagrożeń ze strony chorób i patogenów. Innym źródłem niebezpieczeństwa jest powszechne dążenie do maksymalizacji dochodów, często kosztem środowiska. Dotyczy to także gospodarstw pszczelarskich i wywołanej przez nie konkurencji o pokarm pszczoły miodnej w stosunku do dzikich zapylaczy. Czynniki te najczęściej nakładają się na siebie, co zwielokrotnia ich destrukcyjne działanie. W tej sytuacji las wydaje się jedynym środowiskiem, w którym owady te mogłyby przetrwać. Las zawsze był w przeszłości środowiskiem pszczół, a szczególnie pszczoły miodnej *Apis mellifera*. To człowiek w drugiej połowie XVII wieku przeniósł pszczoły miodne z lasu w pobliże swoich domostw, czyniąc je zwierzętami gospodarczymi. Lasy Państwowe, świadome zagrożeń, a także odpowiedzialności za tę część środowiska, którą im powierzono, postanowiły włączyć się w ochronę owadów zapylających projektem realizowanym pod hasłem „**Pszczoły wracają do lasu**” jako środowiska pierwotnego ich bytowania. Głównym celem projektu było opracowanie zasad szeroko rozumianej ochrony pszczół i innych owadów zapylających w ekosystemach leśnych oraz propagowanie racjonalnego pszczelarstwa wśród leśników. Ma to istotne znaczenie w zachowaniu bioróżnorodności nie tylko w lasach. Aby pszczoły mogły wrócić do lasu, las na powrót musi zapewnić im ciągłość pokarmową. W ostatnich 200–300 latach dawne środowiska leśne znacznie się zmieniły, a tym samym zmieniły się warunki życia pszczół. W wyniku trwającej dekadami lat dominacji produkcyjnej funkcji lasów, jako głównego do niedawna celu gospodarki leśnej, sadzenia gęstych jednogatunkowych drzewostanów sosnowych czy świerkowych, zalesiania śródleśnych łąk i nieużytków, doszło do zubożenia składu gatunkowego zarówno warstwy drzew, krzewów, jak i roślin runa leśnego. Na skutek wieloletnich zmian w środowisku leśnym ograniczona w znacznym stopniu została bioróżnorodność roślin, a tym samym zredukowane zostały zasoby pokarmu, którym odżywiają się pszczoły. Zmienił się skład gatunkowy nie tylko drzewostanów, ale także roślin pokarmowych runa leśnego. Jak można oczekiwać, zmianie uległ również

skład gatunkowy pszczół. Zanikanie starodrzewów ograniczyło z kolei możliwości gniazdowania pszczół. Skala tych zmian nie jest jednak dobrze poznana. Wskazanie przydatności poszczególnych typów lasów dla określonej grupy pszczół, co stanowiło jeden z celów projektu, może być pomocne nie tylko w ochronie ginących gatunków pszczół i ich roślin żywicielskich, ale także przyczynić się do poprawy warunków bytowania pszczoły miodnej, wymagającej dostępu do pokarmu od wczesnej wiosny do jesieni. Na terenach leśnych poprawa warunków życia pszczół możliwa jest także poprzez uzupełnienie istniejącej już bazy pokarmowej i wzbogacenie jej w inne, ale rodzime gatunki roślin pokarmowych. W dobie ginięcia pszczół i wobec potrzeby ich ochrony pozbawione chemii środowisko leśne wydaje się jedną z niewielu szans na ich przetrwanie i jednocześnie poprawę ich zdrowotności. Obecność substancji toksycznych w środowisku rolniczym jest dzisiaj bowiem jednym z podstawowych problemów pszczelarstwa.

Polskie leśnictwo w ciągu ostatnich 100 lat osiągnęło duży sukces. Odbudowano polskie lasy po zniszczeniach I i II wojny światowej oraz wielu klęskach wywołanych bezpośrednią działalnością człowieka, jak i przez żywioły. W obecnych granicach państwa powierzchnia lasów zwiększyła się o ponad 2,5 mln ha na skutek planowych zalesień. Zasobność drewna na pniu wzrosła z szacowanych 906 mln m³ brutto w 1968 roku do 2 mld 618 mln m³ brutto w 2019 roku. Procesom tym nie towarzyszyła jednak dostateczna ochrona całego środowiska tworzącego leśne ekosystemy. Odbyło się to kosztem ograniczenia bioróżnorodności. Pod koniec ubiegłego wieku nastąpiło odejście od leśnictwa surowcowego na rzecz leśnictwa wielofunkcyjnego i zrównoważonego. Ustawa o lasach z 1991 r. zasadniczo zmieniła dotychczasowe cele leśnictwa. Zachowanie lasów i ich korzystnego wpływu na klimat, powietrze, wodę, glebę, warunki życia i zdrowie człowieka oraz na równowagę przyrodniczą, ochronę lasów, w tym różnorodności przyrodniczej, ochronę gleb i wód uznano za cele priorytetowe, przed produkcją drewna. Ustawa o lasach definiuje trwale zrównoważoną gospodarkę leśną jako „działalność zmierzającą do ukształtowania struktury lasów i ich wykorzystania w sposób i tempie zapewniającym trwałe zachowanie ich bogactwa biologicznego, wysokiej produktywności oraz potencjału regeneracyjnego, żywotności i zdolności do wypełniania, teraz i w przyszłości, wszystkich ważnych ochronnych, gospodarczych i socjalnych funkcji, na poziomie lokalnym, narodowym i globalnym, bez szkód dla innych ekosystemów” (Ustawa o lasach 1997, rozdz. 1, art. 6.1, pkt 1a). Obowiązujące w Lasach Państwowych dokumenty regulujące gospodarkę leśną: Zasady hodowli lasu, Instrukcja urządzania lasu i Instrukcja ochrony lasu, przyjęły z końcem ubiegłego wieku i początkiem obecnego jako kierunek konsekwentną ekologizację gospodarki leśnej opartej zarówno na wzorcach naturalnych ukształtowanych w przeszłości, jak i na współczesnych procesach rozwoju zjawisk przyrodniczych z uwzględnieniem wymogów społeczno-gospodarczych i zasad zrównoważonego rozwoju (ZHL 2003). Podjęcie tematu aktywnej ochrony owadów zapylających w ekosystemach leśnych jest wypełnianiem tych zobowiązań

i jednym z kierunków licznych działań Lasów Państwowych na rzecz ochrony bioróżnorodności. Realizując projekt „Pszczoły wracają do lasu”, starano się odpowiedzieć na pytanie: w jaki sposób doskonalić gospodarkę leśną, aby las stał się na powrót środowiskiem pszczoł? Wydawało się oczywiste, że można to osiągnąć, poprawiając bazę pokarmową pszczoł, m.in. przez zwiększenie różnorodności gatunkowej roślin owadopylnych występujących na terenach leśnych. Realizacja tych założeń wymagała wyznaczenia sobie bardziej szczegółowych celów:

- rozpoznanie sezonowego rozkładu zasobów pokarmowych, a także bioróżnorodności gatunkowej roślin pokarmowych pszczoł w różnych środowiskach leśnych;
- przygotowanie założeń ochrony dziko żyjących rodzin pszczoły miodnej w lasach;
- opracowanie zaleceń do zasad i instrukcji regulujących gospodarkę leśną, mających na celu ochronę owadów zapylających w środowisku leśnym;
- ustalenie zasad udostępniania obszarów leśnych dla pasiek wędrownych i stacjonarnych, tak aby pszczoła miodna nie stała się konkurencją dla dziko żyjących pszczoł i innych zapylaczy;
- poszerzenie wiedzy na temat zagrożeń, potrzeb i metod ochrony pszczoł w lasach oraz odpowiedzialnego pszczelarstwa wśród pracowników Lasów Państwowych poprzez organizację studiów podyplomowych, szkoleń, warsztatów i konferencji. Tak przygotowani leśnicy winni stać się propagatorami tej wiedzy w środowisku zamieszkania.

Wszystkie założone cele projektu zostały zrealizowane, a dziesiątki tysięcy informacji zebranych z pasiek testowych posłużyło do opracowania szeregu zaleceń będących także treścią tej monografii. Trzeba jednak zaznaczyć, że wobec zachodzących zmian w środowisku, jako następstwa zmian klimatycznych, dwuletni zaledwie okres badań to zbyt mało, aby sformułować ostateczne wnioski. Dlatego Dyrektor Generalny LP zaakceptował propozycję, by w części pasiek biorących udział w projekcie kontynuować monitoring wpływu zmian klimatycznych na fenologię kwitnienia roślin pokarmowych pszczoł oraz ilościowej oceny wykorzystania zasobów pokarmowych, opierając się na wypracowanych kanałach transmisji danych pochodzących z pomiarów elektronicznych wag pasiecznych. Pozwoli to na bieżące udoskonalanie metod ochrony dziko żyjących pszczoł i innych zapylaczy. Wieloletnie badania dadzą możliwość lepszego poznania interakcji zachodzących w środowisku pomiędzy roślinami a pszczołami w wyniku zmian klimatycznych. W efekcie pozwoli to na dalsze doskonalenie metod gospodarowania w leśnictwie jako reakcją na te zmiany, zarówno na poziomie kraju, regionów przyrodniczych czy nadleśnictw, np. wskazanie, o jakie rodzime gatunki roślin wzbogacać określone siedliska, tak aby zachować ciągłość w dostępie do bazy pokarmowej.

Do propagowania potrzeb i sposobów ochrony pszczoł Lasy Państwowe włączyły wszystkie swoje ośrodki edukacyjne, wyposażając je w ramach projektu w niezbędne

materiały edukacyjne. Tematyka ta powinna być przedmiotem powszechnej edukacji np. w ośrodkach parków narodowych i innych społecznych ośrodkach edukacji ekologicznej. Oczekiwać należy w tym obszarze większej aktywności organizacji pszczelarskich.

Przywrócenie pszczół środowiskom leśnym, oprócz podstawowego celu, jakim jest ich ochrona poprzez stworzenie im odpowiednich warunków bytowania, wpłynie na lepsze plonowanie roślin, a tym samym zwiększenie bazy pokarmowej innych zwierząt i większą stabilność ekosystemów leśnych.

Efektem projektu było także rozpoznanie potencjału nektarodajnego lasów, nie tylko po to, aby go racjonalnie wykorzystywać, ale także by zapobiegać konkurencji pszczoły miodnej z innymi gatunkami pszczół, w tym z dziko żyjącą pszczołą miodną i innymi zapyłaczami. Dostosowanie liczby rodzin pszczelich do zasobów pokarmowych występujących w zasięgu lotu pszczół jest zatem niezwykle istotne w ochronie i zachowaniu bioróżnorodności na danym terenie.

Badania realizowane przez Lasy Państwowe oparto na sieci pasiek monitorujących zasoby pokarmowe pszczół w różnych środowiskach leśnych na terenie całego kraju. Na podstawie rozesłanych ankiet wybrano 104 pasieki prowadzone przez leśników-pszczelarzy. Głównym kryterium wyboru był jak największy udział powierzchni leśnej w promieniu 2 km od pasieki. W projekcie wzięli udział, w ramach wolontariatu, leśnicy-pszczelarze prowadzący pasieki stacjonarne, zlokalizowane w lesie lub na obrzeżach lasu i mające dostęp do telefonii komórkowej obsługiwanej w technologii GPRS. Podczas wyboru pasieki uwzględniano także doświadczenie pszczelarzy czy typ ula. Nie bez znaczenia było także rozmieszczenie pasiek na obszarze Polski, aby zapewnić reprezentatywność wszystkich regionów. Wybrane pasieki wyposażone zostały w elektroniczne wagi pasieczne, które codziennie przekazywały automatycznie informacje o masie ula ustawionego na wadze, a także dodatkowe informacje o temperaturze i wilgotności wewnątrz gniazda. Biorący udział w badaniach leśnicy-pszczelarze przekazywali także, za pomocą specjalnej aplikacji na smartfony, dodatkowe informacje z obserwacji florystycznych, czyli o kwitnieniu roślin miododajnych, a także o wykonywanych pracach w pasiece. Gromadzone przez dwa lata trwania projektu dane umożliwiły poznanie sezonowego rozkładu kwitnienia roślin pokarmowych pszczoły miodnej na obszarach zdominowanych przez lasy. Uzyskane dane pozwoliły na rozpoznanie okresów niedoboru nektaru i pyłku w różnych środowiskach leśnych, znacznie przekształconych przez człowieka. Tak gromadzone informacje zostały wykorzystane do ustalenia, zależnie od typów lasu, listy gatunków roślin, które mogą zapewnić ciągłość pokarmową pszczołom i umożliwić ich bytowanie w leśnym środowisku. Wnioski z tych badań zostały już pod koniec 2019 roku, decyzją Dyrektora Generalnego LP, zalecone do stosowania w praktyce. Zostaną także, zgodnie z ww. decyzją, zaimplementowane do Zasad Hodowli Lasu, Instrukcji Urządzania Lasu i Instrukcji Ochrony Lasu, tj. do dokumentów regulujących gospodarkę leśną, co było jednym z głównych celów projektu. Zwiększenie udziału roślin nektar-

ro- i pyłkodajnych w lasach (drzew, krzewów czy roślin zielnych) może odbywać się poprzez odpowiednie planowanie, a także właściwie prowadzone zabiegi hodowlane i ochronne. Wykorzystać do tego celu można tereny pod liniami energetycznymi przecinającymi lasy, zajmujące ponad 16,5 tys. ha powierzchni gruntów należących do Lasów Państwowych. Odtwarzanie i utrzymanie łąk śródleśnych, właściwe zagospodarowanie tzw. ekotonów czy wprowadzanie na leśne uprawy rodzimych gatunków drzew i krzewów uwzględniających potrzeby pokarmowe pszczołowatych (np. na wzór pakietów biocenotycznych wdrożonych już przez niektóre nadleśnictwa) to tylko niektóre z działań, jakie powinno się podjąć. Można oczekiwać, że wzbogacenie środowisk leśnych w gatunki roślin pokarmowych doprowadzi do znacznej poprawy warunków żywieniowych pszczół i przywróci różnorodność gatunkową pszczół świadczących dla człowieka ważną usługę zapyłania.

Przedstawiany projekt zakładał opracowanie zasad udzielania pomocy leśnikom w zakładaniu pasiek, upatrując w nich zarówno propagatorów racjonalnego pszczelarstwa w wiejskich środowiskach, jak i osób wdrażających opracowane zalecenia do gospodarki leśnej. Propozycje takie zostały przygotowane.

W ostatnich latach w lasach wielu regionów Polski odbywa się odtwarzanie bartnictwa, które w przeszłości, według przekazów historycznych, czyniło Polskę krajem „miodem płynącym”. Obecnie reaktywuje się bartnictwo nie dla uzyskania pożytków pszczelich, a głównie w celu odtworzenia i propagowania wiedzy o tej działalności człowieka prowadzonej na naszych ziemiach w nieodległej przeszłości. W lasach północno-wschodniej części Polski ślady tej działalności przetrwały do dziś, zarówno w postaci artefaktów, jak i wielu dokumentów historycznych. Przy odtwarzaniu bartnictwa potrzebne jest jednak rozpoznanie, czy na danym terenie występuje dziko żyjąca pszczoła miodna, a także czy wybrane środowisko leśne sprzyja jej obecności. Umieszczanie kłód bartnych bez tego rozpoznania może wyrządzić środowisku, a także sąsiadującym pasiekom, znaczne szkody. Z dużym prawdopodobieństwem kłody bartne będą zasiedlane przez pszczoły z różnych pasiek i mogą stać się roznośicielami chorób. Tak więc współczesne bartnictwo to nie tylko forma reaktywowania historii, ale i odpowiedzialność przy jasno sprecyzowanych celach. Jak się jednak wydaje, bartnictwo może być formą ochrony dziko żyjących gatunków pszczoły miodnej po spełnieniu określonych warunków. Dlatego też w dorobku projektu „Pszczoły wracają do lasu” znajduje się opracowanie *Bartnictwo jako forma ochrony dziko żyjących rodzin pszczoły miodnej*. Spore doświadczenie w reaktywowaniu odpowiedzialnego bartnictwa ma już wielu leśników, w tym dr inż. Adam Sieńko z Nadleśnictwa Augustów i Andrzej Pazura z Nadleśnictwa Spała. Byli oni i są nadal organizatorami i realizatorami projektów oraz konferencji poświęconych bartnictwu. Nawiązali także współpracę i wymieniają doświadczenia z bartnikami z wielu krajów, m.in. z Autonomicznej Republiki Baszkirii wchodzącej w skład Federacji Rosyjskiej. Z inicjatywy Nadleśnictwa Augustów, w ramach projektów związanych z bartnictwem, prowadzona jest aktywna ochrona rodzimego podgatunku pszczoły miodnej *Apis mellifera mellifera* linii augustowskiej.

Zgodnie z założeniami projektu, 4 października 2018 roku na Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie zostały uruchomione studia podyplomowe z zakresu pszczelarstwa. W pierwszej kolejności były one dedykowane pracownikom Lasów Państwowych. Celem studiów, obejmujących zagadnienia z zakresu ochrony, użytkowania i hodowli pszczół na poziomie studiów wyższych, było poszerzenie wiedzy i doskonalenie umiejętności zawodowych pracowników Lasów Państwowych odpowiedzialnych za prowadzenie gospodarki leśnej w sposób uwzględniający potrzebę ochrony bioróżnorodności pszczołowatych w ekosystemach leśnych, ze szczególnym uwzględnieniem pszczoły miodnej. Obszar kształcenia na studiach podyplomowych z pszczelarstwa obejmuje zakres nauk rolniczych, weterynaryjnych i leśnych. Absolwenci studiów, zdobywając wiedzę z zakresu biologii pszczół dziko żyjących i hodowlanych oraz doskonaląc umiejętności w zakresie ich racjonalnego użytkowania i hodowli, będą ją rozpowszechniali w środowisku nie tylko zawodowym, co stanowi jedno z założeń projektu „Pszczoły wracają do lasu”. Potrzebne jest objęcie szkoleniami z omawianego zakresu tematycznego szerszej grupy pracowników administracji leśnej. Także włączenie problematyki ochrony owadów zapylających, ich roli, znaczenia, zagrożeń oraz form ochrony do programów nauczania od szkół podstawowych poprzez licea, technika do studiów uniwersyteckich, zwłaszcza na wydziałach rolnych i leśnych, wydaje się koniecznością.

Omawiany projekt prowadzony był pod naukowym nadzorem prof. dr hab. Krystyny Czekońskiej z UR w Krakowie. Udział w nim wzięli pracownicy naukowcy Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, a także pracownicy Biura Urządzania Lasu i Geodezji leśnej w Brzegu i Krakowie oraz 104 leśników pszczelarzy z 94 nadleśnictw z 17 RDLP. Wsparcia organizacyjnego udzielał Ośrodek Wdrożeniowo-Rozwojowy LP w Bedoniu oraz Zakład Informatyki Lasów Państwowych, a sam projekt prowadzony był przez Wydział Koordynacji Projektów Rozwojowych Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych w Warszawie.

Włączenie się Lasów Państwowych w czynną ochronę pszczół wynika z prawnie usankcjonowanej odpowiedzialności za ochronę bioróżnorodności i przyjętej zasady odpowiedzialnego gospodarowania ekosystemami leśnymi, a zatem wszystkimi jego składnikami w równym stopniu, i jest reakcją na zagrożenia tej grupy owadów, jakie pojawiły się w ostatnich zwłaszcza latach.

Literatura

- EEA, The European environment – state and outlook, pełny tekst sprawozdania, tabela ES.1 Summary of past trends, outlooks and prospects of meeting policy objectives/targets.
Europejska Inicjatywa Obywatelska „Ratujmy pszczoły i rolników. W kierunku przyjaznego dla pszczół rolnictwa służącego zdrowemu środowisku”, 30 września 2019 r.

Europejski Trybunał Obrachunkowy. 2020. Ochrona dzikich owadów zapylających w UE – inicjatywy Komisji nie zaowocowały poprawą sytuacji. Sprawozdanie specjalne.

Harvey J.A., Heinemen R., Armbrecht I. et al. 2020. International scientists formulate a road map for insect conservation and recovery. *Nature Ecology & Evolution*, 6 January.

IPBS. 2016. Sprawozdanie z oceny „The Assessment Report of Intergovernmental Science – Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on Pollinators and Food Production”.

Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Nasze ubezpieczenie na życie i nasz kapitał naturalny – unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r.”, COM(2011) 244 final.

Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2018) 395 final z dnia 1 czerwca 2018 r.

Sánchez-Bayo F., Wyckhuys K.A. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27.

Sprawozdanie Komisji do Parlamentu Europejskiego i Rady „Przegląd śródkresowy unijnej strategii ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r.”, COM(2015) 378 final z 2 października 2015 r.

Światowe Forum Ekonomiczne. The Global Risks Report 2020, edycja 15, 15 stycznia 2020.

Zasady Hodowli Lasu. 2003 i 2012.

Rozdział 1

Ochrona owadów zapylających w lasach

1.1. Chronić las, chronimy owady zapylające dziko żyjące

Wojciech Grodzki

Las w stanie naturalnym, stworzony siłami przyrody, wykazuje tak znaczny zasób sił żywotnych, iż opieki człowieka nie potrzebuje, gdyż sam stawić może czoło grożącym niebezpieczeństwom. Las natomiast wyhodowany przez człowieka, który nie zawsze umiał i chciał uwzględnić poszczególne momenty, odgrywające poważną rolę w życiu lasu, jest dziełem sztucznym, wykazującym wiele braków i usterek i potrzebującym wskutek tego opieki i pomocy człowieka.

z wykładów prof. Aleksandra Kozikowskiego (Krzysik 1948)

Wstęp

Działalność gospodarcza człowieka w lasach często, a może i zawsze, prowadzi do zniekształcenia, a przede wszystkim uproszczenia układów ekologicznych i mechanizmów regulujących równowagę w ekosystemie. Zdaniem Koehlera (1978) ukształtowane przez ludzi „sztuczne ekosystemy są obarczone chroniczną, strukturalną ułomnością, która jednak nie przesądza ich zdolności do życia pod warunkiem stałej nad nimi opieki”. Opieka ta, realizująca się w działaniach wykonywanych w warunkach zagrożenia trwałości ekosystemów leśnych, obejmuje zespół działań zwiększających ich potencjał odpornościowy i (lub) ograniczających straty powodowane przez czynniki szkodotwórcze. Działania dotyczące ochrony lasu są więc immanentnym składnikiem aktywności ludzkiej w zakresie szeroko rozumianej gospodarki leśnej. Zakres i metody tych działań opisane zostały w licznych opracowaniach o charakte-

rze podręcznikowym (np. Koehler 1978), a w sposób sformalizowany w Instrukcji ochrony lasu (IOL 2012) – podstawowym dokumencie regulującym całościowo postępowania profilaktyczno-ochronnego zmierzającego do zapewnienia ciągłości lasu i ograniczania skutków działania czynników zagrażających jego trwałości. Zgodnie z tym dokumentem w ochronie ekosystemów leśnych obowiązują m.in. następujące zasady:

- profilaktyka, której głównym zadaniem jest zapobieganie powstawaniu gradacji szkodliwych owadów i epifitoz chorób;
- holistyczne, czyli całościowe podejście do ochrony ekosystemów leśnych;
- objęcie systemową ochroną większych niż drzewostan układów przestrzennych (ekosystemów, fizjocenozy itp.);
- ochrona różnorodności biologicznej;
- minimalizacja szkód ekologicznych, które mogą wystąpić na skutek wykonywanych zabiegów ochronnych.

W konsekwencji takiego holistycznego podejścia należy mieć na uwadze potrzebę ochrony wszystkich składników ekosystemów, w których prowadzona jest gospodarka leśna, nie zaś tylko tych, które decydują o sukcesie w osiągnięciu zamierzonego celu gospodarczego, czyli produktu. Nie ulega wątpliwości, że wśród wspomnianych składników ekosystemów ważną grupę stanowią owady zapylające, które jednak w obecnie obowiązującej Instrukcji (IOL 2012) potraktowane zostały w sposób marginalny. Tymczasem istnieją możliwości modyfikacji stosowania działań ochronnych (głównie z zakresu profilaktyki) w kierunku sprzyjającym tym owadom w lesie gospodarczym. Co ważne, działania wspierające występowanie tych owadów mogą być realizowane w ramach obowiązujących obecnie procedur i czynności, które wymagają jedynie niewielkiego rozszerzenia.

Autorzy opracowań poświęconych problemom ochrony owadów zapylających najważniejszych źródeł zagrożeń wynikających z działalności człowieka upatrują w szeroko pojętej uprawie roli oraz wprowadzaniu nowych technologii. Zagrożenia te wynikają głównie ze zmian związanych ze współczesnym modelem rolnictwa (zanik roślin pokarmowych), a także wprowadzania roślin ekspansywnych i (lub) genetycznie modyfikowanych czy powszechnego stosowania pestycydów w sadownictwie, ogrodnictwie i przy uprawach rolnych (Kadej i Smolis 2005). Leśnictwo, jako dziedzina działalności ludzkiej w znacznym stopniu pokrewna rolnictwu, najczęściej jest w tych opracowaniach pomijane, choć w Narodowej Strategii Ochrony Owadów Zapylających (Zych i in. 2018) lasy i gospodarka leśna są w kilku miejscach wzmiankowane w kontekście jakości i przekształceń siedlisk zajmowanych przez tę grupę organizmów. Natomiast w opracowaniu dotyczącym ochrony zapylaczy podczas stosowania środków ochrony roślin (Pruszyński i Skubida 2012) wspomina się o lasach w kontekście przydatności występujących w nich gatunków roślin (głównie drzewiastych) jako źródła pożytków dla pszczół. Brakuje natomiast konkretnych wskazań

co do działań z zakresu gospodarki leśnej, które mogłyby sprzyjać ich występowaniu w lasach.

Instrukcja ochrony lasu (IOL 2012) składa się z czterech części o różnym układzie formalnym, wynikającym z ich zawartości. Z uwagi na charakter i zawartość poszczególnych części IOL kwestie odnoszące się do ochrony owadów zapylających zawarte są jedynie w niektórych podrozdziałach części I „Profilaktyka i higiena w ochronie lasu”. Część ta ma bowiem formę opisu różnorodnych działań mających na celu zwiększanie biologicznej odporności ekosystemów leśnych i zmniejszanie ich podatności na zagrożenia ze strony czynników abiotycznych i biotycznych, także poprzez ochronę i zwiększanie bioróżnorodności. Pozostałe części dotyczą specyficznych procedur związanych z aktywną ochroną lasu przed owadami i chorobami (II i III) lub postępowania w zakresie ochrony przyrody (IV) i w żaden sposób nie wiążą się z ochroną owadów zapylających. Także w innych opracowaniach trudno doszukać się bezpośrednich wskazań co do tej grupy organizmów. W wydanym przez Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych obszernym poradniku dotyczącym ochrony owadów w lasach (Mazur 2014) wspomina się o pszczołowatych, których w Polsce odnotowano około 470 gatunków, a prawie połowa z nich jest zagrożona wyginięciem i została umieszczona na Czerwonej Liście Zwierząt Ginących w Polsce. W poradniku tym znalazły się także rozdziały poświęcone bartnictwu w lasach oraz ochronie trzmieli i owadów budujących gniazda w glinie, jednak omówione w nich zagadnienia stanowią tylko część problematyki ochrony owadów zapylających. Wiedza o występowaniu tych owadów w środowisku leśnym jest natomiast rozproszona i często fragmentaryczna (np. Pawlikowski 1992, Pawlikowski i Celary 2006, Banaszak 2009) lub tylko pośrednio wiąże się z tą tematyką (np. Krzysztofiak i Krzysztofiak 2002, Sobieraj-Betlińska i Banaszak 2017). Niepełne rozpoznanie jakościowe i ilościowe występowania owadów zapylających w ekosystemach leśnych sprawia, że sformułowanie spójnych zasad dotyczących działań zmierzających do ochrony ich obecności w lasach jest utrudnione. Można jednak pokusić się o próbę wskazania kierunków postępowania nastawionego na poprawę warunków ich bytowania oraz ograniczania negatywnego wpływu na nie działań z zakresu aktywnej ochrony lasu.

Możliwości działań w zakresie ochrony lasu

Jak już wspomniano, Instrukcja ochrony lasu (IOL 2012) zawiera szereg zapisów, które w większym lub mniejszym stopniu wpisują się w potrzeby ochrony owadów zapylających. Już we wprowadzeniu znajdują się bowiem sformułowania na poziomie ogólnym dotyczące np. wzbogacania i urozmaicenia monolitycznych środowisk leśnych przez umiejętne wprowadzanie tzw. domieszek biocenotycznych, stopniowe przebudowywanie istniejących monokultur gatunków iglastych czy stosowanie w praktyce udoskonalonej ogniskowo-kompleksowej metody biologicznej ochrony

lasu. Działania takie niewątpliwie sprzyjają ochronie owadów zapylających, nawet jeśli podstawowym ich celem jest zwiększanie stabilności ekosystemów i ich biologicznej odporności na szkodniki owadzie czy choroby. Brakuje jednak wyraźnego określenia potrzeby działań także na rzecz ochrony owadów zapylających naturalnie występujących w lasach, poprzez szereg czynności szczegółowych, opisanych w dalszej części rozdziału.

Profilaktyka

Jak już wcześniej wspomniano, największe (o ile nie wyłączone) możliwości realizacji dobrych praktyk sprzyjających występowaniu owadów zapylających dotyczą działań ochronnych z zakresu szeroko pojętej profilaktyki, opisanych w części I Instrukcji (IOL 2012). Zgodnie z jej treścią profilaktyka jest jedną z podstawowych zasad ochrony lasu i obejmuje kompleks działań i środków mających na celu kształtowanie właściwej kondycji zdrowotnej lasu, zapobiegających powstawaniu chorób i gradacji owadów fitofagicznych występujących na znacznych powierzchniach. Sformułowanie to jest zatem ukierunkowane na aspekty gospodarki leśnej związane z produkcją leśną, bowiem dotyczy zapobiegania szkodom, które mogłyby powstać w wyniku chorób czy gradacji organizmów roślinożernych. Nie oznacza to jednak, że działania realizowane w ramach tak pojmowanej profilaktyki nie przyczyniają się do osiągnięcia szerszych efektów środowiskowych, obejmujących także owady zapylające. Tak też należy odczytywać aktualne zapisy Instrukcji poświęcone kierunkom i metodom działań profilaktycznych. Zawarte w nich sformułowanie dotyczące ochrony różnorodności w ekosystemach leśnych, a w szczególności zachowania zagrożonych składników fauny i flory, jest jednak bardzo ogólne, bowiem odnosić się może do wielu grup organizmów, wśród których z pewnością znajdują się także owady zapylające. Brakuje zatem bardziej szczegółowych zapisów działań obejmujących tę grupę owadów.

Realizacja profilaktyki w praktyce leśnej

Możliwości uwzględnienia potrzeb owadów zapylających istnieją w zakresie działań dotyczących profilaktyki w praktyce leśnej. Wśród nich istotne znaczenie ma popieranie domieszek nieprodukcyjnych gatunków drzew i krzewów w drzewostanie i podszycie (fot. 1.1) oraz roślin w runie leśnym, m.in. w celu polepszenia bazy pokarmowej licznych gatunków drapieżców, parazytoidów i mikroorganizmów, ale także dziko żyjących owadów zapylających. Od dawna wiadomo bowiem, że gatunki domieszkowe, zwłaszcza dostarczające pożytków i zapewniające korzystne warunki bytowania dla tych owadów, stanowią jednocześnie cenne elementy ekosystemów leśnych sprzyjające zwiększaniu ich odporności na występowanie chorób i organizmów fitofagicznych (Karpiński 1935, Kapuściński 1945). Dotyczy to nie tylko dzikich drzew owocowych, ale także innych gatunków o istotnym znaczeniu dla tych owadów, jak klony, lipy czy jarzęby. W tym kontekście za niedopuszczalne należy uznać usuwanie w czyszczeniach i trzebieżach wszystkich



Fot. W. Grodzki

Fot. 1.1. Kwitnące drzewa owocowe – malownicze i cenne domieszki w drzewostanie (Beskid Makowski)



Fot. W. Grodzki

Fot. 1.2. Spontanicznie pojawiające się odnowienia gatunków domieszkowych, które nie powinny być usuwane (Kaszuby)

spontanicznie pojawiających się osobników tych gatunków (fot. 1.2), co niejednokrotnie ma miejsce przy schematycznym podejściu do działań hodowlanych. W opisie działań z zakresu hodowli lasu znajduje się wprawdzie postulat zachowania użytków ekologicznych (bagien, torfowisk, oczek wodnych, wrzosowisk, gołoborzy itp.) w strukturze przestrzennej lasu, jednak nie uwzględniono wśród nich łąk śródleśnych. Tymczasem to właśnie ta kategoria użytków ma szczególnie istotne znaczenie jako baza pokarmowa i źródło pożytków dla owadów zapylających, z uwagi na występujące w niej liczne gatunki kwitnących roślin zielnych (fot. 1.3) chętnie przez nie nawiedzanych. W tym miejscu należałoby wszakże doprecyzować zasady zagospodarowania tych łąk, zwłaszcza w zakresie ewentualnych terminów koszenia i kwestii usuwania biomasy. Natomiast w opisie działań z zakresu ochrony lasu znajduje się zapis o ograniczeniu chemicznych metod zwalczania na rzecz metod biologicznych, mechanicznych i biotechnicznych. Słuszność takiego podejścia nie podlega dyskusji, należy jednak mieć na względzie aktualne i stale zmieniające się uwarunkowania, wynikające zwłaszcza z niewielkiej dostępności i ograniczonej skuteczności tych metod, szczególnie z grupy metod biologicznych i biotechnicznych. Niewątpliwie w odniesieniu do metod chemicznych należy w miarę możliwości dążyć do ograniczania stosowania środków chemicznych niekorzystnie, w sposób bezpośredni i pośredni, wpływających na owady zapylające.



Fot. W. Grodzki

Fot. 1.3. Kwietne łąki śródleśne (Bieszczady)

Ochrona różnorodności biologicznej

Obowiązująca Instrukcja ochrony lasu (IOL 2012) zawiera obszerny rozdział poświęcony ochronie różnorodności biologicznej, w którym mieszczą się zapisy dotyczące ochrony różnorodności biologicznej w praktyce leśnej. Zapisy te przytoczone są zresztą *in extenso* w poradniku ochrony owadów w lasach (Mazur 2014). W rozdziale tym jest mowa zarówno o pozostawianiu starych drzew w różnym stanie fizjologicznym, jak i drzew dziuplastych (fot. 1.4) i pniaków, jako siedlisk tysięcy leśnych organizmów (bakterii, grzybów, glonów, porostów, roślin naczyniowych, mięczaków, owadów, płazów, gadów, ptaków i drobnych ssaków). Oczywiście, w użytym pojęciu „owady” mieszczą się także owady zapylające, zatem działania te powinny wystarczyć do ochrony tych organizmów, które często wykorzystują stare, dziuplaste drzewa jako miejsca bytowania czy schronienia. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera stosowane w praktyce leśnej pozostawianie w lesie tzw. drzew biocenotycznych, często wykorzystywanych przez owady zapylające.

Fot. 1.4. Drzewa dziuplaste – miejsce schronienia i bytowania owadów zapylających (Bieszczady)

Fot. W. Grodzki



Warto też zwrócić uwagę na działania w celu ochrony różnorodności biologicznej poprzez zachowanie i odtwarzanie cennych elementów środowiska przyrodniczego, wśród których wymieniono wspomniane wcześniej łąki śródleśne (fot. 1.3

i 1.5), a także murawy kserotermiczne. Wiele gatunków błonkówek (w tym zapy-laczy) buduje też swoje gniazda w ziemi, w odsłoniętych skarpach, np. w dawnych wyrobiskach piasku, wąwozach lessowych czy na poboczach i w koleinach rzadko używanych dróg. Zachowanie i odtwarzanie tego typu ekosystemów/siedlisk niewątpliwie przyczynia się do poprawy warunków bytowania owadów zapylających. Dotyczy to także postulowanego w IOL stwarzania lub poprawiania warunków egzystencji w środowisku leśnym organizmom chronionym, zagrożonym oraz uważanym za pożyteczne, np. mrówkom i pozostałym drapieżnym owadom, pasożytom, płazom, gadom, ptakom, nietoperzom i innym, do których bezwzględnie zaliczają się także niewymienione z nazwy owady zapylające.



Fot. W. Grodzki

Fot. 1.5. Łąka śródleśna z naparstnicą zwyczajną *Digitalis grandiflora* Mill. (Sudety Zachodnie)

Strefy ekotonowe

Kwestiom biologicznego wzbogacania obrzeży lasu i kształtowania stref ekotonowych poświęcony jest osobny rozdział Instrukcji ochrony lasu (IOL 2012). Problematyka ta poruszana jest także w innych opracowaniach, m.in. tych dotyczących zadrzewień śródpolnych, mających często zbliżoną strukturę i mogących spełniać podobne funkcje. Bogactwo roślin w zadrzewieniach ma znaczenie dla utrzymania różnorodności fauny. Dla wielu gatunków owadów niezbędnym pokarmem jest nektar lub pyłek

określonych gatunków roślin, które rosną głównie w strefach ekotonowych (fot. 1.6). Ich obecność decyduje o możliwości występowania w krajobrazie wielu gatunków owadów, także z grupy zapylaczy (Karg 2003, Sobieraj-Betlińska i Banaszak 2017).



Fot. W. Grodzki

Fot. 1.6. Strefa ekotonowa między lasem a polem uprawnym (Beskid Makowski)

Zapisane w Instrukcji (IOL 2012) zalecenia dotyczące kształtowania stref ekotonowych, wystarczające w aspekcie szeroko pojętej ochrony lasu, należy zatem rozszerzyć o specyficzne sugestie związane z owadami zapylającymi. Dotyczy to zwłaszcza propozycji wprowadzania i (lub) popierania pojawiających się spontanicznie nektarodajnych gatunków drzew (np. lipy, klony, jarzębiny), a zwłaszcza krzewów i bylin (np. kruszyna pospolita, maliny, borówki, wrzos zwyczajny, macierzanka, wierzbowka, nawłoc pospolita), które mogą dostarczać pożytków dla pszczół (Pruszyński i Skubida 2012). Ponieważ rośliny te mogą rosnąć i nektarować jedynie w widnych lasach, są odpowiednie także dla stref ekotonowych, które powinny cechować się ażurowością. Warto też zwrócić uwagę na znaczenie zarośli kwitnących wierzb, gdzie różnorodność pszczołowatych Apoidea może być wyższa niż w środowisku leśnym (Krzysztofiak i Krzysztofiak 2002). Należałoby więc pomyśleć o obsadzeniu obrzeży lasu drzewami i krzewami, które zapewniają obfitą, długoletnią bazę pokarmową dla owadów zapylających. Doświadczenia zdobyte w projekcie Towarzystwa Badań i Ochrony Przyrody „Program ochrony trzmieli w Polsce Środkowej” wskazują, że do tego celu można wykorzystać m.in.: lipy (drobnolistną i szerokolistną), klony (polny, zwyczajny i jawor), wierzbę iwę, jarzab pospolity, głogi – jednoszyjkowy i dwuszyjko-

wy (fot. 1.7), ałyczę, gruszę polną, wiciokrzew suchodrzew, różę dziką, różę rdzawą, karaganę, śnieguliczkę, berberys, mahonię (Mazur 2014).



Fot. 1.7. Kwitnący głóg jednoszyjkowy *Crataegus monogyna* Jacq. (Sudety Środkowe)

Fot. W. Grodzki

Wzbogacanie różnorodności w strefach ekotonowych nie może jednak być celem samym w sobie i odbywać się z sposób bezkrytyczny, zwłaszcza w odniesieniu do gatunków obcych (Danielewicz i Wiatrowska 2012). Z drugiej strony należy mieć świadomość, że powodzenie zabiegów realizowanych w tym kierunku zawsze pozostawać będzie w ściślejszej zależności od warunków siedliskowych, a często także od działalności człowieka, czyli szeroko rozumianej antropopresji (Gamrat i Gałczyńska 2014).

Kępy starodrzewu

W kontekście ochrony owadów zapylających warto zwrócić uwagę na kwestie związane z pozostawianiem kęp starodrzewu (biogrup) na zrębach. Obecnie obowiązujące zapisy Instrukcji (IOL 2012) zawierają dość ogólne sformułowania, które jednak

w pewnym stopniu mogą dotyczyć owadów zapylających. Chodzi przede wszystkim o zachowanie odpowiedniej wielkości tych kęp, tak aby zagwarantować występowanie wszystkich elementów biocenozy, istotnych dla trwałości procesów ekologicznych, a więc – co oczywiste – także tych owadów. Druga kwestia dotyczy borówki, której występowanie w tych kępach jest ważne dla zapewnienia pożytków owadom zapylającym. Z uwagi jednak na toczące się dyskusje wokół celowości pozostawiania tych kęp w aspekcie zagrożenia drzewostanów ze strony owadów kambiofagicznych, a także dokonujących się zmian w podejściu do tego zagadnienia, należy przy każdej decyzji dotyczącej pozostawiania kęp, ich wielkości i struktury, zachować daleko idącą rozważę oraz wziąć pod uwagę wszystkie argumenty, w tym także te związane z ochroną owadów zapylających.

Ochrona pożytecznej fauny

Obowiązująca Instrukcja (IOL 2012) zawiera oddzielny rozdział traktujący o ochronie pożytecznej fauny owadożernej, który w obecnym kształcie w żadnym stopniu nie odnosi się do owadów zapylających. Jest w nim wprawdzie mowa o pożytecznych stawonogach, jednak dotyczy to pasożytów, drobnych pajęczaków i mrówek, które to grupy rzeczywiście mogą mieć znaczenie w ograniczaniu liczebności owadów szkodliwych z gospodarczego punktu widzenia. Aby możliwe było uwzględnienie owadów zapylających, należałoby poszerzyć ten rozdział o ogólne zasady postępowania w tym zakresie.

Owady zapylające to grupa organizmów niezwykle ważna dla funkcjonowania ekosystemów leśnych. Dla wielu spośród tych owadów las jest równocześnie naturalnym miejscem bytowania. Dlatego działania z zakresu gospodarki leśnej powinny obejmować ochronę i zwiększanie bioróżnorodności roślinnej w ekosystemach leśnych w kierunku sprzyjającym występowaniu owadów zapylających, przy jednoczesnym dążeniu do minimalizacji negatywnego wpływu wykonywanych zabiegów ochronnych na tę grupę organizmów. Dotyczy to działań z zakresu:

- profilaktyki, poprzez popieranie i wprowadzanie nieprodukcyjnych gatunków domieszkowych oraz krzewów stanowiących źródło pożytków dla owadów zapylających;
- ochrony bioróżnorodności roślin runa;
- kształtowania stref ekotonowych z uwzględnieniem potrzeb tej grupy owadów (drzewa, krzewy i rośliny nektarodajne i spadziodajne);
- rozszerzenia metody ogniskowo-kompleksowej o elementy sprzyjające występowaniu owadów zapylających;
- pozostawiania drzew dziuplastych jako środowisk życia tych owadów;
- zachowania cennych elementów środowiska przyrodniczego, takich jak łąki śródleśne i wrzosowiska, dostarczających pożytków owadom zapylającym;
- praktykowania bartnictwa leśnego jako formy aktywnej ochrony dziko żyjących rodzin pszczoły miodnej zgodnie z opracowaniem *Bartnictwo jako forma ochro-*

- ny dziko żyjących rodzin pszczoły miodnej w lasach – zalecenia dla praktyki leśnej;*
- wykonywania chemicznych zabiegów ochronnych jedynie w sytuacji bezwzględnej konieczności;
 - odpowiedniego doboru środków ochrony lasu i zachowania ścisłego reżimu ich stosowania w celu ograniczania ryzyka ich bezpośredniego i pośredniego wpływu na owady zapylające.

Należy zwrócić uwagę także na to, że negatywny wpływ na owady zapylające ma zanik wykorzystywanych przez nie siedlisk, jak skarpy, miedze, śródpolne zakrzaczenia i zadrzewienia (fot. 1.8). Zanikanie tradycyjnych metod budownictwa domów i budynków gospodarczych, z wykorzystaniem drewna i gliny, dachów ze strzechy, pozbawiło wiele gatunków miejsc odbywania rozrodu i wychowania potomstwa. W ramach ochrony pożytecznej entomofauny należy zatem zwrócić uwagę także na ten aspekt, niekoniecznie mieszczący się w zakresie tradycyjnie rozumianej ochrony lasu, jednak niezmiernie istotny dla ochrony owadów zapylających.



Fot. 1.8. Zanikające środowiska – zadrzewienia i zakrzaczenia śródpolne (Beskid Makowski)

Fot. W. Grodzki

Metoda ogniskowo-kompleksowa

W odniesieniu do kwestii ochrony owadów zapylających szczególnie istotna wydaje się metoda ogniskowo-kompleksowa. Metoda ta, zaprojektowana i zainicjowana przez prof. Witolda Koehlera, pomyślana została jako droga do „perspektywicznej realizacji programu sterowania siłami oporu środowiska” (Koehler 1968) i weszła na stałe do praktyki ochrony lasu. Ogniskowo-kompleksowa metoda ochrony lasu jest zabiegiem profilaktycznym mającym na celu zwiększenie odporności ekosystemów leśnych przez zachowanie i zwiększenie różnorodności biologicznej (IOL 2012). Zaleca się jej stosowanie w monolitycznych, ubogich borach sosnowych, gdzie jej głównym celem jest podnoszenie odporności drzewostanów na szkodniki aparatu asymilacyjnego sosny. To zalecenie, będące niewątpliwym ograniczeniem, wynika jednak bezpośrednio z uwarunkowań środowiskowych związanych ze znacznym stopniem uproszczenia ekosystemów borów sosnowych rosnących na ubogich siedliskach. Z tego względu jej stosowanie w pełnym zakresie jest zasadne jedynie w tego typu biocenozach, bowiem w bardziej zróżnicowanych ekosystemach na zasobniejszych siedliskach istnieją naturalne możliwości osiągnięcia stanu, który z założenia ma być wynikiem stosowania metody ogniskowo-kompleksowej.

Wśród najważniejszych elementów metody wymieniono „tworzenie korzystnych warunków bytowania owadów pasożytniczych przez wprowadzanie do remiz roślin nektarodajnych”. Obecność tych roślin niewątpliwie korzystnie wpływa także na występowanie owadów zapylających, którym jednak należałoby stworzyć dobre warunki bytowania, np. poprzez zapewnienie w odpowiedniej ilości ważnych dla nich roślin zielnych, a przede wszystkim dostępu do wody, warunkującego ich występowanie. Zasady tworzenia remiz zakładają ich lokalizację w pobliżu cieków wodnych oraz w zagłębieniach terenu, gdzie można wykonać pojnik dla ptaków i zwierzyny. Najlepiej wykorzystać istniejące naturalne (fot. 1.9) lub sztuczne (fot. 1.10) śródleśne zbiorniki wodne, godne polecenia jest także instalowanie sztucznych pojników, np. takich jak zaproponowane w Instrukcji ochrony lasu z 1988 r. (IOL 1988). Warto również, niejako wzorując się na tej metodzie, dążyć do wzbogacania różnorodności roślinnej otoczenia takich zbiorników (zwłaszcza tych tworzonych sztucznie) z uwzględnieniem potrzeb pokarmowo-bytowych owadów zapylających. Biorąc jednak pod uwagę kwestie ochrony tych owadów, zapewnienie im dostępu do wody jest kwestią o kluczowym znaczeniu.

Pewnym problemem przy realizacji celów związanych z owadami zapylającymi może być zapis Instrukcji mówiący o tym, że docelowym zamierzeniem jest stworzenie w remizie gąszczu dającego schronienie i tworzącego korzystne warunki egzystencji różnym gatunkom entomofagów, który nie współgra z postulatem zapewnienia dostępu światła, warunkującego występowanie ważnych dla owadów zapylających gatunków roślin. Warto jednak zwrócić uwagę na pojawiające się wcześniej zalecenie przeredzenia drzewostanu w miejscu wyznaczonym pod



Fot. W. Grodzki

Fot. 1.9. Naturalny śródleśny zbiornik wodny zapewniający owadom dostęp do wody (Płaskowyż Kolbuszowski – Nadleśnictwo Leżajsk)



Fot. W. Grodzki

Fot. 1.10. Zbiorniki tworzone w ramach małej retencji i (lub) w celach przeciwpożarowych zapewniające dostęp do wody (Nadleśnictwo Leżajsk)

remizę. Odpowiednia realizacja tego zalecenia powinna przynieść wystarczający efekt w postaci zapewnienia odpowiedniej ilości światła roślinom dostarczającym pożytków owadom zapylającym. Należy także zaproponować, aby przy zakładaniu remizy umieścić na niej, w miejscu nasłonecznionym, pryzmę luźno narzuconych większych kamieni. Będzie ona miejscem schronienia i gniazdowania owadów zapylających, a przy okazji także gadów i płazów spełniających pozytywną rolę w kształtowaniu się odporności uboższego ekosystemu leśnego. Można też wykorzystać doświadczenia z Wigierskiego Parku Narodowego, gdzie w różnych miejscach budowano specjalne konstrukcje z drewna, gliny i słomy, przykryte daszkiem i stanowiące miejsca gniazdowania niektórych spośród zapylaczy. Warto rozważyć też możliwość umieszczania w obrębie remiz prostych sztucznych gniazd dla samotnych pszczół, wykonywanych z pęczków trzciny (np. dla murarki) lub doniczki kamionkowej (dla trzmiela ziemnego), zgodnie ze wskazówkami zawartymi w podręczniku ochrony owadów (Mazur 2014).

W Instrukcji (IOL 2012) jest także mowa o potrzebie wprowadzania do remiz gatunków roślin spadziodajnych i krzewów miododajnych. Zapis ten powstał w wyniku długoletnich badań wykonanych w najwcześniej zakładanych remizach metody ogniskowo-kompleksowej. Za wybitnie nektarodajne uznano wówczas takie rośliny, jak: robinia, lipa, karagana, śnieguliczka, jarząb, kruszyna, tawuła, tarnina i kalina (Burzyński 1979). Zestaw gatunków (rodzajów) drzew i krzewów zalecanych przez Instrukcję (IOL 2012) do sadzenia w remizach obejmuje 30 pozycji. Wśród nich znajduje się 18 taksonów wymienionych w opracowanej w ramach projektu „Pszczoły wracają do lasu” bazie danych rodzimych gatunków drzew, krzewów i roślin zielnych będących pożytkiem dla pszczół (zob. podrozdział 2.2.) oraz kolejnych 12, których nie wymieniono w tej bazie. Zestaw roślin zamieszczony w Instrukcji obejmuje następujące gatunki rodzime: berberys zwyczajny *Berberis vulgaris* L., bez czarny *Sambucus nigra* L., bez koralowy *Sambucus racemosa* L., brzozę brodawkowatą *Betula pendula* Roth., buk pospolity *Fagus sylvatica* L., wiśnię ptasią (trześnię) *Cerasus avium* (L.) Moench, dąb bezszypułkowy *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., dąb szypułkowy *Quercus robur* L., dereń *Cornus* spp., głóg *Crataegus* spp., grab pospolity *Carpinus betulus* L., gruszę pospolitą *Pyrus communis* L., irgę *Cotoneaster* spp., jabłoń dziką *Malus sylvestris* Mill., jałowiec pospolity *Juniperus communis* L., jarząb *Sorbus* spp., klon *Acer* spp., kruszynę pospolitą *Frangula alnus* Mill., ligustr pospolity *Ligustrum vulgare* L., lipę drobnolistną *Tilia cordata* Mill., leszczynę *Corylus avellana* L., olchę szarą *Alnus incana* (L.) Moench, porzeczkę czarną *Ribes nigrum* L., rokitnik zwyczajny *Hippophaë rhamnoides* L., różę *Rosa* spp., suchodrzew pospolity *Lonicera xylosteum* L., śliwę tarninę *Prunus spinosa* L., śnieguliczkę białą *Symphoricarpos albus* (L.) S.F. Blake, świerk pospolity *Picea abies* (L.) H. Karst., wierzbę *Salix* spp. Zestaw ten powinien zostać poszerzony o kolejnych 5 gatunków: czeremchę zwyczajną *Padus avium* Mill., lipę szerokolistną *Tilia platyphyllos* L., janowiec barwierski *Genista tinctoria* L., kalinę koralową *Viburnum opulus* L. i porzeczkę agrest *Ribes*

grossularia L. W tym miejscu należy jeszcze raz zwrócić szczególną uwagę na to, że proponowane gatunki mogą być wprowadzane odpowiednio do możliwości stwarzanych przez warunki siedliskowe (Burzyński 1989). Zachodzi zatem dość poważna sprzeczność, wiele gatunków istotnych dla występowania owadów zapylających wymaga bowiem warunków siedliskowych odpowiadających co najmniej typowi siedliskowemu boru mieszanego (BM), a w większości – siedlisk lasowych (L). Z tego względu warto stosować zalecenia metody ogniskowo-kompleksowej przy realizacji biologicznej zabudowy sztucznych zbiorników wody w lesie.

Omawiając metodę ogniskowo-kompleksową, należy wspomnieć o budzących kontrowersje gatunkach: robinii akacjowej *Robinia pseudoacacia* L. i czeremsze amerykańskiej *Prunus serotina* (Ehrh.) Borkh., które były zalecane i intensywnie wprowadzane do remiz (Burzyński 1979, 1989). Czeremcha amerykańska obecnie często występuje w warstwie podszytowej lasów, stanowiąc niejednokrotnie jedyną pozostałość po remizach założonych przed kilkadziesiąt laty. Jest ona jednak, podobnie jak robinia, gatunkiem obcym, wykazującym w Polsce zdolność do opanowywania i przekształcania fitocenoz i utożsamianym z pojęciem roślin inwazyjnych, wymagającym zwalczania w trakcie zakładania upraw po wcześniejszych zrębach (Danielewicz i Wiatrowska 2012).

Jak już wcześniej wspomniano, metoda ogniskowo-kompleksowa została opracowana i wdrożona dla realizacji konkretnych celów (zwiększanie odporności drzewostanów na szkodniki i choroby) i obiektów (ubogie ekosystemy borów sosnowych). Nie oznacza to jednak, że metoda (lub jej wybrane elementy) nie może być stosowana w innych, bogatszych ekosystemach. Warto zatem, odpowiednio do warunków i możliwości, wykorzystać jej zalecenia do działań ukierunkowanych na wspieranie w lasach owadów zapylających, poprzez poprawę warunków ich bytowania, czyli wprowadzanie odpowiednio dobranych elementów ogniskowo-kompleksowej metody ochrony lasu.

Pestycydy

W Instrukcji ochrony lasu (IOL 2012) nigdzie nie ma uregulowań dotyczących zabiegów ratowniczych z zastosowaniem środków ochrony roślin. W części „Metody ochrony lasu” znajdują się jednak odnoszące się do tej kwestii zapisy ogólne, dotyczące np. „rozwważnego stosowania pestycydów (...) nie z zasady, ale w wyniku bezwzględnej konieczności”. Wynika z tego potrzeba zachowania szczególnej ostrożności przy kwalifikowaniu powierzchni do zabiegów, zwłaszcza z użyciem pestycydów, które mogą oddziaływać szkodliwie na owady zapylające. Kwestie formalne związane z prowadzeniem tych zabiegów regulują natomiast odrębne przepisy (dokumenty unijne oraz Ustawa o ochronie roślin z dnia 8 marca 2013 r.). Lista środków dopuszczonych do stosowania w leśnictwie jest corocznie publikowana przez Instytut Badawczy Leśnictwa i w razie potrzeby podlega bieżącym aktualizacjom w ciągu

roku. W kontekście ochrony owadów zapylających nasuwa się kwestia stosowania preparatów o udowodnionym negatywnym wpływie na tę grupę owadów (nie chodzi o działanie owadobójcze, ale raczej efekt dezorientacji powodowany przez neonikotynoidy).

Najbardziej widocznym negatywnym efektem stosowania pestycydów u owadów zapylających są zatrucia. W przypadku dzikich owadów zapylających nie da się jednak szybko zaobserwować negatywnych skutków działania pestycydów, takich jak zatrucia (Pruszyński i Skubida 2012). Istnieją natomiast dowody na długofalowe negatywne efekty działania neonikotynoidów na populacje dzikich pszczół (Wood i Goulson 2017). 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 (Zych i in. 2018).

Opracowane przez IBL na zlecenie DGLP „Metodyki integrowanej ochrony drzewostanów iglastych i liściastych” (Głowacka 2013a, b) zawierają zapis: „Opryski pestycydami należy wykonywać tylko w przypadku zagrożeń powodujących znaczne uszkodzenie lasu i zaburzenie jego różnorodnych funkcji oraz istotnego zagrożenia produkcji drewna. Co roku szczegółowe wykazy środków ochrony roślin posiadających ważną rejestrację dla leśnictwa są zamieszczane w broszurze «Środki ochrony roślin zalecane do stosowania w leśnictwie» wydawanej przez Instytut Badawczy Leśnictwa na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych”. Coraz krótsza lista dostępnych środków (Skrzecz i Perlińska 2018) zawiera także neonikotynoidy, które wobec pewnych gatunków szkodników leśnych (np. chrabąszczy) są jedynymi dopuszczonymi do stosowania w leśnictwie. Skala przestrzenna używania tych środków (w ostatnim dziesięcioleciu maksymalnie 3% powierzchni lasów) jest niewielka w odniesieniu zarówno do powierzchni lasów w Polsce, jak i zasięgu zabiegów w rolnictwie, a powierzchnia zabiegów z ich zastosowaniem bywa zmienna, wzrastając w latach rójki *imagines* chrabąszczy.

Biorąc pod uwagę te uwarunkowania oraz mając świadomość przestrzegania przez Lasy Państwowe obowiązujących uregulowań prawnych dotyczących stosowania środków ochrony roślin, należy uznać, że nie ma obecnie potrzeby postulowania żadnych dodatkowych ograniczeń w tym zakresie. Każdorazowo przy podejmowaniu decyzji o zabiegach trzeba jednak brać pod uwagę ich skutki dla środowiska, w tym ewentualne negatywne oddziaływanie na liczne i rozproszone owady zapylające.

Ochrona pszczoły miodnej dziko żyjącej w lasach

Pszczoły są zwierzętami leśnymi, a pokarmu – nektaru i pyłku – dostarczają im kwitnące rośliny oraz występująca na nich spadź. Stare drzewa, zwłaszcza sosny zwane bartnymi, stanowią doskonale miejsca na założenie gniazda, ponieważ tworzą się

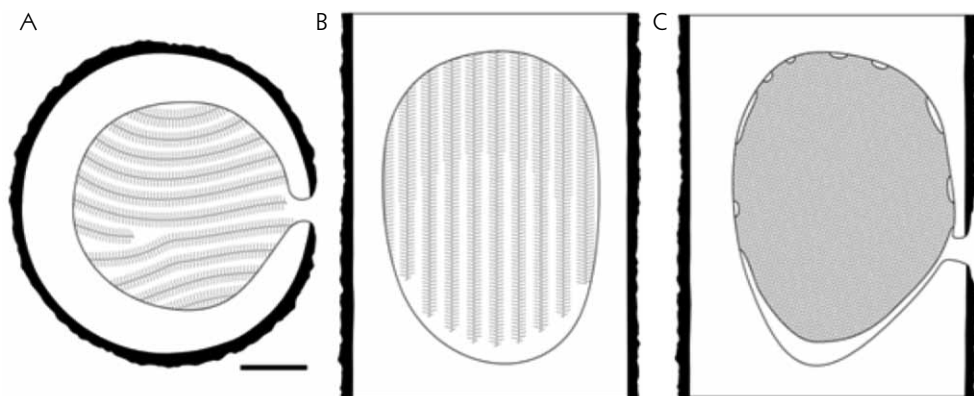
w nich puste przestrzenie, chętnie wykorzystywane w tym celu przez pszczoły. Kilka-
naście lat temu podjęto inicjatywę odtworzenia bartnictwa w Polsce, m.in. w ramach
projektu realizowanego w Lasach Spalskich i Lasach Koneckich, w Nadleśnictwie
Barlinek. Obsiano lub obsadzono śródleśne pola gatunkami wieloletnich, nektaro-
dajnych drzew i krzewów, takich jak głóg, śliwa tarnina, bez czarny, wierzba, malina,
lipa szerokolistna, oraz roślin zielnych, jak szczeń pospolita, dogłódka nastroszona,
kocimiętka, naparstnica (fot. 1.5), przegorzan pospolity, lebiódka pospolita, aby
pszczoły, a przy okazji także inne owady, miały dostatek nektaro- i pyłkodajnych ro-
ślin (Mazur 2013). Warto jednak zwrócić uwagę, że program odtwarzania bartnictwa
zakładał wsiedlanie do barci pszczół hodowlanych, co m.in. poprzez mechanizmy
konkurencji międzygatunkowej pozostaje w pewnej sprzeczności z założonym celem
podejmowanych działań, jakim jest ochrona dziko żyjących leśnych owadów zapyla-
jących. Praktyki te zostały już uregulowane odpowiednią decyzją Dyrektora General-
nego LP wraz z zaleceniami dla praktyki leśnej zawartymi w opracowaniu *Bartnictwo
jako forma ochrony dziko żyjących rodzin pszczoły miodnej w lasach – zalecenia dla
praktyki leśnej* (zob. podrozdział 1.2). Natomiast opisane działania ukierunkowane
na wspieranie tej grupy owadów z powodzeniem można i należy włączyć w zakres
prac związanych z ochroną różnorodności biologicznej.

1.2. Bartnictwo jako forma ochrony dziko żyjących rodzin pszczoły miodnej w lasach

Adam Tofilski, Andrzej Oleksa

Naturalne gniazda pszczoły miodnej

Pszczoła miodna (*Apis mellifera*) jest rodzimym gatunkiem owada, który występował
na terenie Europy, zanim pojawił się na nim człowiek. Pszczoły miodne są owada-
mi społecznymi i tworzą kolonie zwane rodzinami pszczelimi. W warunkach natu-
ralnych rodziny pszczele budują gniazda w dziuplach. W gnieździe znajduje się od
kilkku do kilkunastu plastrów pszczelich zbudowanych z wosku pszczelego. Plastry
przymocowane są do górnej i bocznych ścian dziupli. Pomiędzy plastrami a ściana-
mi dziupli w niektórych miejscach występują otwory, które pozwalają pszczołom na
przemieszczanie się między plastrami. Plastry wypełniają zwykle całą dziuplę, z wy-
jątkiem stosunkowo wąskiej przestrzeni poniżej plastrów, gdzie gromadzi się osyp zi-
mowy (ryc. 1.1). Nie stwierdzono, aby pszczoły preferowały na swe gniazdo określo-
ne gatunki drzew, jeśli tylko drzewo jest na tyle duże, by utworzyła się w nim dziupla
o odpowiednich rozmiarach (Oleksa i in. 2013).

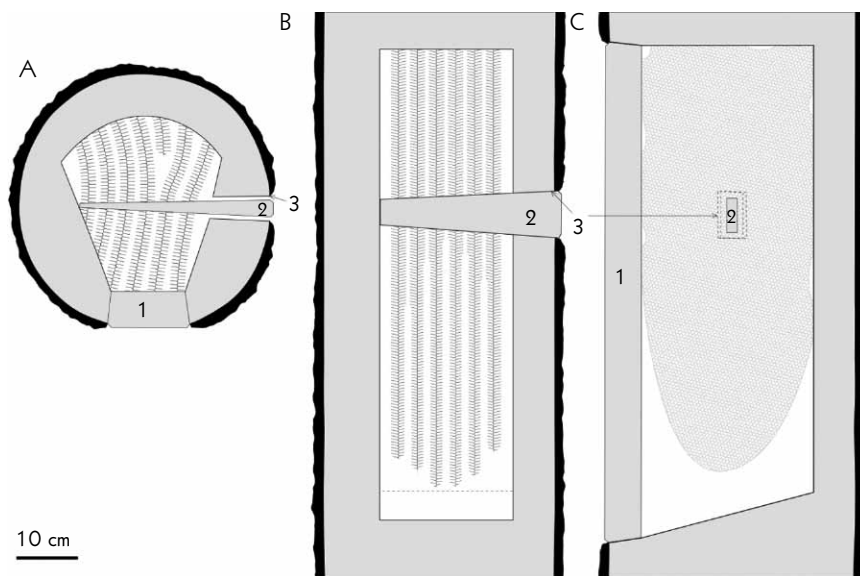


Ryc. 1.1. Naturalne gniazdo pszczoły miodnej. Przekrój w płaszczyźnie poziomej (A), płaszczyźnie pionowej w poprzek plastrów (B) i płaszczyźnie pionowej wzdłuż środkowego plastra (C) (rys. A. Tofilski)

Bartnictwo

Ludzie od dawna eksploatowali pszczoły w celu uzyskania miodu i wosku. Początkowo pozyskiwanie miodu od pszczół miało formę zbieractwa i polegało na niszczeniu całego gniazda. Z czasem ludzie nauczyli się zbierać miód w taki sposób, aby rodzina pszczela przeżyła i możliwe stało się korzystanie z jej zasobów w kolejnych latach. W tym celu wejście do dziupli było poszerzane, a następnie zamykane płaskim kawałkiem drewna. Naturalna dziupla zaopatrzona w takie zamknięcie nazywana była świepotem lub świepietnią (Blank-Weissberg 1937, Wróblewski 1998). Praca z pszczołami zamieszkującymi pnie drzew wymagała wiedzy i doświadczenia, dlatego wykonywana była przez wąską grupę ludzi zwanych bartnikami. Aby zwiększyć liczbę miejsc odpowiednich na gniazdo dla pszczół, bartnicy tworzyli także sztuczne dziuple, zwane barciami (ryc. 1.2). W pniu drzewa o średnicy co najmniej jednego metra (Blank-Weissberg 1937) wydrążana była sztuczna dziupla, której wymiary zwykle wynosiły: wysokość 80–100 cm, szerokość 10–35 cm i głębokość 20–40 cm (Wróblewski 1991). Wejście do barci zamykane było klinowato zwężoną deską (zwaną zatworem lub dłużyca) o grubości około 4,5 cm. Czasem dłużyca składała się z dwóch części: górnej przymocowanej na stałe i dolnej otwieranej w celu pozyskiwania plastrów pszczelich. Wejście dla pszczół, zwane okiem barci, znajdowało się w dłużycy lub w bocznej ścianie barci. Położone ono było najczęściej po stronie południowej lub południowo-wschodniej. Niekiedy wejście do barci wykonywane było za pomocą oczkasa – drewnianego klina wbijanego w prostokątny otwór wydrążony w bocznej ścianie barci. Po wbiciu oczkasa po jego obu stronach powstawały dwa otwory, przez które pszczoły wchodziły do gniazda. Oczkas wyznaczał granicę, do

której bartnicy podcinali plastry w celu pozyskiwania miodu i wosku. Klin ten sięgał do przeciwległej ściany barci i podtrzymywał plastry. Do podtrzymywania plastrów służyły także skrzyżowane listewki lub inne drewniane elementy umieszczone w górnej części barci.



Ryc. 1.2. Barć jako przykład sztucznego miejsca gniazdowania dla pszczoły miodnej. A – przekrój w poprzek pnia, B i C – przekroje wzdłuż pnia w dwóch, prostopadłych do siebie płaszczyznach. Aby dostać się do wnętrza barci, należy otworzyć zatwór (1). Na rycinie przedstawiono tradycyjną konstrukcję, gdzie wejście do gniazda stanowią dwie pionowe szczeliny pomiędzy oczkasem (2) a okiem barci (3). Pochyłe dno barci pozwala na jej łatwiejsze oczyszczenie (rys. A. Tofilski)

Barć wykonywana była zwykle na wysokości kilku lub kilkunastu metrów (Blank-Weissberg 1937), w celu zabezpieczenia przed kradzieżą lub niszczeniem przez zwierzęta, głównie niedźwiedzie. Bartnik wspinał się na drzewo za pomocą specjalnego sznura, zwanego leziwem. Takiemu pierwotnemu pszczelarstwu, nazywanemu bartnictwem, towarzyszyły specyficzne zwyczaje, język i prawo (Kuczyńska 2004). Szczyt rozwoju bartnictwa przypadł na wieki XVI i XVII. Później ta forma pszczelarstwa stopniowo zanikała z powodu kurczenia się obszarów leśnych i zmian prawnych. Obecnie bartnictwo jest kontynuowane jedynie w szczątkowej formie i ogranicza się do niewielkiej grupy pasjonatów. Bartnictwo zasługuje na propagowanie, ponieważ stanowi ważny element naszego dziedzictwa narodowego (Echaust 2019) i pozwala na ochronę dziko żyjących pszczół (Dzierżanowski i in. 2009). Z czasem bartnictwo przekształciło się w pasiecznictwo, polegające na skupieniu większej liczby rodzin

w jednym miejscu, najczęściej poza lasem, w pobliżu siedzib ludzkich. W okresie przejściowym barcie były wycinane z pni drzewa i przenoszone do gospodarstw jako kłody bartne. W kolejnym etapie kłody zostały zastąpione przez ule zbudowane z desek i zaopatrzone w ramki pozwalające na wyjmowanie pojedynczych plastrów.

Dziko żyjące rodziny pszczele

Obecnie zagęszczenie dziko żyjących rodzin w Polsce, tak jak w całej Europie, jest stosunkowo niskie (Oleksa i in. 2013). Wynika to najprawdopodobniej z niedostatecznej dostępności odpowiednich miejsc gniazdowania. Dziuplaste drzewa o dużych rozmiarach są dziś stosunkowo rzadko spotykane. Ograniczenie to występowało nawet w średniowieczu, kiedy większa była nie tylko lesistość, ale także częstość występowania starych, dziuplastych drzew (Blank-Weissberg 1937). Aby rozwiązać ten problem, podejmuje się próby dostarczania pszczołom sztucznych miejsc gniazdowania (Śliwka i Staniszewski 2013, Mazur 2014). W niektórych przypadkach spotyka się to z negatywną reakcją pszczelarzy (Radwan 2018), którzy obawiają się, że populacja dziko żyjących pszczoł będzie zwiększać zagrożenie rozprzestrzeniania się chorób. Ta negatywna reakcja nie jest uzasadniona, ponieważ głównym źródłem chorób pszczoł jest współczesna gospodarka pasieczna polegająca na przetrzymywaniu rodzin pszczelich w dużym zagęszczeniu, przewożeniu ich z miejsca na miejsce i imporcie pszczoł bez kontroli sanitarnej. To na skutek działalności pszczelarzy rozprzestrzeniły się na całym świecie groźne choroby i pasożyty pszczoł, w tym *Varroa destructor*.

Ochrona naturalnych miejsc gniazdowania pszczoły miodnej

Drzewa z dziuplami, w których występują lub kiedyś występowały gniazda pszczoły miodnej, należy oznaczyć i zapisać ich położenie. Drzew tych nie należy wycinać, można natomiast wykonywać na nich zabiegi pielęgnacyjne mające na celu zapewnienie bezpieczeństwa ludziom i przedłużenie trwałości dziupli. Dopuszczalne jest obcięcie pnia i gałęzi w taki sposób, aby nie uszkodzić dziupli. W przypadku obcięcia pnia powyżej dziupli zaleca się zabezpieczenie pozostawionego pnia przed opadami atmosferycznymi poprzez zamontowanie daszka. W przypadku złamania się drzewa poniżej dziupli trzeba wyciąć kłodę z dziuplą i ustawić ją pod przykryciem w najbliższej okolicy.

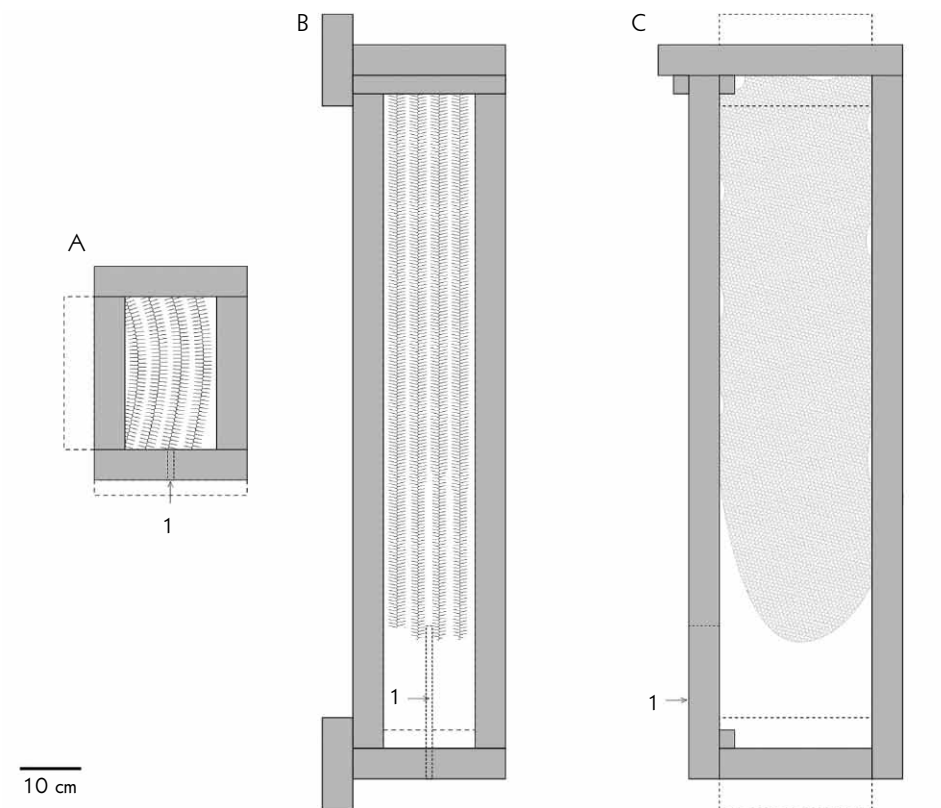
W naturalnych miejscach gniazdowania pszczoły miodnej nie należy wykonywać żadnych czynności związanych z przeglądaniem gniazda i jego czyszczeniem, ani też pozyskiwać żadnych produktów pszczelich. Prowadzony powinien być tylko monito-

ring i podejmowane działania związane z ochroną dziupli. Zaleca się, aby naturalne miejsce gniazdowania trwale oznaczyć farbą zgodnie z przyjętą metodyką inwentaryzacji drzew szczególnych, ułatwiając zlokalizowanie nieuzbrojonym okiem drzewa czy złomu oraz odróżnienie go od innych drzew szczególnych (jak drzewa mateczne itp.). Od oznaczenia drzewa z dziuplą można odstąpić, jeśli istnieje uzasadniona obawa, że oznaczenie to może zwiększyć ryzyko dewastacji dziupli lub dziko żyjącej rodziny pszczelej.

Czasem dochodzi do przenoszenia dziko żyjących rodzin z dziupli do uli. Wymaga to wycięcia otworu prowadzącego do dziupli i wyjęcia plastrów. Niekiedy wycinana jest kłoda z gniazdem i przenoszona do pasieki. Ten sposób eksploatacji dziko żyjących pszczół stosowany był w przeszłości (Crane 1999). Obecnie takie pozyskiwanie rodzin pszczelich bez pozwolenia właściciela lasu jest nie tylko nielegalne, ale także naganne ze względu na wyniszczanie i tak zagrożonej populacji dziko żyjących pszczół. Zaskakuje to, że niektórzy pszczelarze zajmują się takim procederem w sytuacji, kiedy przenoszenie dziko żyjącej rodziny do ula jest dużo bardziej pracochłonne w porównaniu z wykonaniem odkładu.

Tworzenie sztucznych miejsc gniazdowania dla dziko żyjących rodzin pszczoły miodnej

Sztuczne miejsce gniazdowania może mieć postać barci, kłody bartnej lub budki dla pszczół miodnych. Barć to sztuczna dziupla wydrążona w żywym drzewie (ryc. 1.2). Poza ochroną populacji dziko żyjących pszczół wykonywanie barci stanowi przejaw kultywowania tradycji. Wykonanie dużej liczby barci może być trudne ze względu na brak odpowiednio dużych drzew i niechęć do ich okaleczania (Samojlik i in. 2019). Dlatego obecnie barcie wycina się (w żargonie bartników „dzieje”) w znacznie cieńszych drzewach niż w czasach historycznych, co może doprowadzić do osłabienia drzewa i złamania przez wiatr. W celu podtrzymania tradycji barć może być dziana za pomocą tradycyjnych narzędzi, ale można ją znacznie szybciej wykonać z użyciem nowoczesnego sprzętu, m.in. pilarki łańcuchowej. Niezależnie od wykorzystanych narzędzi przygotowanie barci jest trudne i pracochłonne ze względu na pracę na wysokości. Kłoda bartna to sztuczna dziupla wydrążona w ściętym pniu i zawieszona na drzewie lub postawiona na ziemi. W porównaniu z barcią wykonanie kłody bartnej jest łatwiejsze, ponieważ pracę wykonuje się na ziemi. Także koszt wykonania kłody bartnej jest niższy, gdyż drewno przeznaczone na kłody może być gorszej jakości, a z jednego pnia można wytworzyć większą liczbę kłód bartnych. Budka dla pszczół to skrzynia zbita z grubych desek (ryc. 1.3). Przypomina ona budkę dla ptaków. Wykonanie budek jest najłatwiejsze i najtańsze ze względu na dostęp do materiału i mniejszą pracochłonność. W tym przypadku nie ma konieczności drażnienia dziupli, wystarczy pociąć deski i je skrócić.



Ryc. 1.3. Budka dla pszczoły miodnej. Przekrój w płaszczyźnie poziomej (A), płaszczyźnie pionowej, w poprzek plastrów (B) i płaszczyźnie pionowej, wzdłuż środkowego plastra (C). 1 – otwór wejściowy dla pszczół (rys. A. Tofilski)

Rozmiary sztucznych miejsc gniazdowania

Europejskie podgatunki pszczoły miodnej wybierają na miejsce na gniazdo osłonięte przestrzenie o objętości od 15 do 80 litrów (mediana 45 litrów) (Seeley i Morse 1976, Seeley 1985). W przypadku zbyt dużego gniazda pszczoły mogą mieć problemy z jego ogrzaniem, co może prowadzić do większej śmiertelności w zimie. W przypadku zbyt małej objętości gniazda pszczoły częściej się roją, co jest cechą niepożądaną przez pszczelarzy. Z drugiej strony częstsza rójka spowodowana zasiedlaniem mniejszych barci może być skutecznym, naturalnym sposobem ograniczania *Varroa destructor*, gdyż zaobserwowano znacznie mniejsze liczebności tego pasożyta w barciach małych (42 l) w porównaniu z dużymi (do 186 l) (Loftus i in. 2016). W związku z tym zaleca się, aby sztuczne miejsca gniazdowania miały objętość około 40 litrów. Nieco większe objętości są dopuszczalne, ale nie powinny one przekraczać 60 litrów.

Ze względu na kształt pni drzew dziuple mają najczęściej kształt zbliżony do wysokiego i wąskiego cylindra. W lasach strefy umiarkowanej średnica dziupli rzadko przekracza 30 cm. W takiej sytuacji liczba plastrów pszczelich w naturalnej dziupli rzadko jest większa niż 9. Wysokie i wąskie gniazda są korzystne dla pszczół, ponieważ zapasy zimowe znajdują się w górnej części gniazda, a kłęb zimowy tworzy się pod nimi i przemieszcza w górę w miarę zjadania zapasów. Z drugiej strony miejsce na gniazdo nie może być wyższe niż 12 cm, tak aby pszczoły mogły tam zbudować co najmniej cztery plastry i utworzyć bardziej zwarty kłęb zimowy. Dodatkowo zbyt wąskie gniazdo utrudniałoby jego oczyszczenie w przypadku upadku rodziny pszczelej. W barci lub kłodzie bartnej kształt przestrzeni dostępnej dla pszczół może być dostosowany do rozmiarów pnia, w którym jest ona wykonywana (ryc. 1.2). Jednak kształt wydrążenia powinien być na tyle regularny, aby jego oczyszczenie nie było utrudnione. Jedna ze ścian gniazda (zwana zatworem) powinna być ruchoma i pozwalać na łatwy dostęp do całego wnętrza w celu jego oczyszczenia.

Zaleca się, aby ściany otaczające przestrzeń dla pszczół miały grubość co najmniej 5 cm. Dzięki temu izolacja gniazda od warunków zewnętrznych powinna być wystarczająca. W przypadku barci wykonanych w żywym drzewie grubość ścian powinna być znacznie większa, aby zabezpieczyć drzewo przed złamaniem przez silny wiatr. Ściany barci i kłód bartnych nie powinny być nadmiernie wygładzane, natomiast budki dla pszczół powinny zostać wykonane z nieheblowanych desek. Szorstkie drewno skłania pszczoły do pokrycia go większą ilością propolisu, który pozytywnie wpływa na zdrowotność rodziny pszczelej (Simone i in. 2009).

Naturalne gniazda mają zwykle jedno wejście, które znajduje się często w dolnej części dziupli (Seeley i Morse 1976). W sztucznych miejscach gniazdowania otwór, przez który pszczoły wchodzi do gniazda, powinien mieć powierzchnię od 7 do 30 cm². Zaleca się, aby otwór ten miał szerokość co najmniej 6 mm, tak aby mogły przez niego przejść robotnice, matki pszczele i trutnie. Otwór wejściowy do gniazd może być wykonany metodą tradycyjną (ryc. 1.2) w postaci oczkasa (Sieńko 2017). Taka konstrukcja jest trudniejsza do wykonania i oczyszczenia. Prostszy rozwiązaniem jest wykonanie w zatworze pionowego nacięcia o odpowiedniej szerokości (ryc. 1.3) lub wywiercenie w nim otworu o średnicy nie mniejszej niż 3 cm. Otwór wejściowy o szerokości 6 mm pozwala na przejście pszczół, a uniemożliwia przejście królowej szerszenia (*Vespa crabro*). Gatunek ten uważany jest za pożyteczny i w niektórych krajach zachodniej Europy objęty ochroną. Jeśli miejsce gniazdowania ma służyć także szerszeniom, szerokość otworu wejściowego powinna być większa niż 8 mm. Poza szerszeniem w miejscach gniazdowania przygotowanych dla pszczół mogą osiedlić się niektóre gatunki os, m.in. osa leśna (*Dolichovespula sylvestris*) i osa saksońska (*D. saxonica*). Oba gatunki os nie są pospolite i zasługują na ochronę. Gniazda os są jednoroczne i w czasie kontroli wiosennej można spotkać jedynie puste gniazda zeszłoroczne lub bardzo małe gniazda zalążkowe z pojedynczą królową (Pawlikowski i Pawlikowski 2009).

Zagęszczenie gniazd

Zagęszczenie dziko żyjących rodzin pszczelich nie powinno być zbyt duże ze względu na możliwość konkurencji o pokarm i ryzyko rozprzestrzeniania się chorób. Naturalne zagęszczenie populacji dziko żyjących pszczół na terenach leśnych klimatu umiarkowanego nie zostało dobrze zbadane. Zagęszczenie rodzin pszczelich na terenie parku narodowego w Niemczech wynosiło od 2,4 do 3,2 rodziny pszczelej na kilometr kwadratowy (Moritz i in. 2007). W innych badaniach stwierdzono znacznie mniejsze zagęszczenia: 0,11–0,14 (Kohl i Rutschmann 2018). Natomiast w lesie liściastym klimatu umiarkowanego w USA zagęszczenie to wynosiło około 0,5 rodziny na kilometr kwadratowy (Morse i in. 1990, Seeley 2007, Seeley i in. 2015).

Zagęszczenie rodzin utrzymywanych w barciach w Europie środkowej i wschodniej było prawdopodobnie zbliżone do opisanego wcześniej zagęszczenia populacji dziko żyjących pszczół. W Rosji w czasach rozkwitu bartnictwa w XVII stuleciu oceniane było na około 0,5 rodziny na kilometr kwadratowy (Galton 1971). W Puszczy Białowieskiej pod koniec XVIII w. były ogółem 632 barcie z pszczołami i 6601 pustych (Keczyński 2017), co dawało 0,2 aktywnych barci na kilometr kwadratowy. Niektóre drzewa bartne zawierały kilka barci, ale najczęściej odległość pomiędzy barciami wynosiła od 0,1 km do 1,2 km (Crane 1999).

Rozmieszczenie sztucznych miejsc gniazdowania powinno być podobne jak w populacjach naturalnych. W szczególności ważne jest, aby były one rozmieszczone pojedynczo. W lasach liściastych i mieszanych z domieszką drzew owadopylnych odległość do najbliższej rodziny pszczelej powinna wynosić co najmniej 500 m, a w zwartych monokulturach drzew iglastych co najmniej 1 km. W pasie 500 m od brzegu lasu graniczącego z siedliskami bogatymi w rośliny owadopylne odległość do najbliższej dziko żyjącej rodziny pszczelej powinna wynosić co najmniej 500 m, niezależnie od rodzaju lasu. Na siedliskach borowych dostępność pokarmu jest mniejsza, dlatego zaleca się tam o połowę mniejsze zagęszczenie niż na siedliskach lasu liściastego.

Zakładanie nowych miejsc gniazdowania należy zacząć od miejsc najbardziej zasobnych w pokarm pszczół, to jest nektar i pyłek kwiatowy. Najlepiej jeśli pokarm ten dostępny jest przez większą część roku, a nie tylko w czasie kwitnienia jednego gatunku rośliny. Najlepszym źródłem pokarmu dla pszczół są rośliny owadopylne (wśród drzew lipy i kłony). Powinien im towarzyszyć bogaty podszyt. Dobrym źródłem pokarmu dla pszczół są polany śródleśne i łąki, ponieważ występuje tam wiele gatunków roślin owadopylnych, które kwitną w różnym czasie. Najmniej atrakcyjne dla pszczół są bory o ubogim podszyciu. W przypadku takich lasów należy rozpocząć tworzenie miejsc gniazdowania od pasa 500 m od ich brzegu. W miarę zasiedlania miejsc gniazdowania przez pszczoły można podjąć próby zakładania gniazd w bardziej zwartych terenach leśnych.

Zaleca się, aby nowych miejsc gniazdowania nie zakładać w odległości mniejszej niż 500 m od najbliższej pasieki stacjonarnej. Za pasiekę stacjonarną uważa się rodziny pszczele przetrzymywane w ulach, które pozostają w jednym miejscu dłużej niż 9 miesięcy w roku. Pojawienie się w okolicy nowej pasieki stacjonarnej lub odnalezienie nowej dziko żyjącej rodziny pszczelej w dziupli nie stanowi podstaw do przenoszenia istniejącego już miejsca gniazdowania pszczół w inne miejsce. Lokalizację dziupli zasiedlonych przez pszczoły należy także brać pod uwagę przy tworzeniu nowych miejsc gniazdowania pszczół, tak aby nie doprowadzić do nadmiernego zagęszczenia rodzin pszczelich.

Przy równomiernym rozmieszczeniu rodzin pszczelich co 500 m zagęszczenie wyniesie 4 rodziny na kilometr kwadratowy. Wartość ta jest znacznie wyższa niż opisane wyżej zagęszczenie dziko żyjących rodzin pszczelich w populacjach naturalnych. Dlatego zalecana odległość 500 m między miejscami gniazdowania powinna być uznana za minimalną. Lepiej jednak, aby odległość pomiędzy miejscami gniazdowania była znacznie większa.

Zamocowanie kłód bartnych i budek

Pszczoły chętniej wybierają na gniazdo miejsca położone wyżej nad ziemią (Seeley i Morse 1978), ale zajmują też dziuple zlokalizowane tuż nad ziemią (Seeley i Morse 1976). Bartnicy także wykonywali barcie na wysokości od kilku do kilkunastu metrów (Blank-Weissberg 1937), co wynikało nie tylko z szybszego ich zasiedlenia przez pszczoły, ale miało zabezpieczyć przed kradzieżą miodu.

Zaleca się, aby kłody bartne i budki dla pszczół były umieszczane na wysokości od 1 do 6 m nad ziemią i mocowane do pnia co najmniej w trzech punktach. Wysokość ta powinna być dobrana do ryzyka dewastacji sztucznych miejsc gniazdowania przez ludzi. Jeśli ryzyko to jest niskie, miejsce gniazdowania dla pszczół można zamontować na niewielkiej wysokości, tak aby ułatwić jego kontrolę i czyszczenie. Montaż winien spełniać wymóg bezpieczeństwa pozwalający na jego trwałość przez co najmniej 20 lat. Niedopuszczalne jest stosowanie technologii montażu, która może doprowadzić do obumarcia drzewa. Zaleca się, aby drzewa, na których będą montowane sztuczne miejsca gniazdowania, dobierać z uwzględnieniem żywotności drzewa i jego trwałości przez najbliższe 20 lat. W tym celu zaleca się wybierać drzewa liściaste, w szczególności: dąb, jawor, klon, wiąz, jesion, buk, lub drzewa iglaste, w szczególności: jodłę, modrzew, daglezie.

Należy wybierać takie drzewa, aby w trakcie montażu sztucznego gniazda nie było konieczności ich okrzesywania. Ściana ruchoma powinna znaleźć się w takim miejscu, by umożliwić łatwy dostęp do wnętrza miejsca gniazdowania z drabiny przystawionej do pnia drzewa.

Zasiedlanie miejsc gniazdowania

W populacji dziko żyjących pszczół dochodzi do naturalnej selekcji, która sprawia, że lepiej przeżywają rodziny przystosowane do lokalnego klimatu i bardziej odporne na choroby. Są to cechy pożądane w pszczelarstwie, zwłaszcza że w niektórych krajach dochodzi do masowych upadków rodzin i kurczenia się populacji pszczoły miodnej. Miejsca gniazdowania po przygotowaniu powinny być pozostawione do naturalnej kolonizacji przez rodzinę pszczelą. Tym samym będą mogły stanowić refugium dla lokalnych ekotypów pszczół, które są zagrożone w wyniku importu matek pszczelich z odległych populacji. Można natomiast zachęcić pszczoły do zasiedlenia gniazda poprzez pozostawienie w nim plastrów pszczelich. Ma to na celu symulowanie, że miejsce to było wcześniej zamieszkałe przez pszczoły, a takie miejsca są chętniej zasiedlane (Visscher i in. 1985). Bartnicy dodatkowo powlekali ściany nowo przygotowanej barci propolisem (Wróblewski 1998) i roztworem miodu (syta) z dodatkiem ziół (Wróblewski 1991).

Zaleca się prowadzenie monitoringu przynależności podgatunkowej dziko żyjących pszczół. Szczególnie istotne są badania w przypadku rodzin pszczelich, które na nowo zasiedlają miejsca gniazdowania. W miarę możliwości badania takie powinny być wykonywane raz w roku. W celu zbadania przynależności podgatunkowej należy pobrać próbkę kilkunastu robotnic, zabezpieczyć je w alkoholu etylowym i przesłać do specjalistycznych placówek badawczych. Robotnice do badań mogą pochodzić z osypu zimowego, czyli spośród martwych pszczół leżących na dnie gniazda.

Kontrolowanie miejsc gniazdowania

Każde gniazdo pszczoły miodnej, tak w dziupli naturalnej, jak i w sztucznym miejscu gniazdowania, powinno być odnotowane na mapie numerycznej wraz z nadanym numerem inwentaryzacyjnym i podanym typem gniazda (tj. dziupla naturalna, barć, kłoda, budka). Mapa z naniesionymi lokalizacjami winna być udostępniona na nośnikach i w systemach wykorzystywanych przez Służbę Leśną w codziennej pracy. Celem gromadzenia i przetwarzania tych danych jest:

- 1) dostęp Służby Leśnej do informacji o położeniu sztucznych gniazd zasiedlonych przez pszczołę miodną, celem ochrony tych siedlisk w trakcie planowania prac z zakresu gospodarki leśnej;
- 2) dostęp służb weterynaryjnych do informacji o położeniu sztucznych gniazd zasiedlonych przez pszczołę miodną w celu nadzoru nad rozprzestrzenianiem się chorób prawnie zwalczanych, w szczególności zgnilca;
- 3) dostęp służb z zakresu ochrony i ekologii lasu do danych pozwalających na wypracowanie standardów co do optymalnej lokalizacji gniazd pszczoły miodnej

oraz skutecznych metod czynnej ochrony, w szczególności kształtowania i optymalizowania dobrych praktyk w zakresie ochrony siedlisk pszczoły miodnej.

Miejsca gniazdowania powinny być kontrolowane co najmniej raz w roku, na wiosnę, od połowy marca do połowy maja. Zalecana jest druga kontrola jesienna, od początku sierpnia do końca września. Kontrola powinna odbywać się w pogodny dzień, kiedy temperatura powietrza jest wyższa niż 15°C. W czasie kontroli należy sprawdzić obecność pszczół przy otworze wejściowym do gniazda. Jeśli są one obecne, należy założyć, że gniazdo jest zasiedlone. Jeżeli przy wejściu do gniazda zamiast pszczół obecne są osy lub inne zwierzęta zasiedlające dziuple, także należy to zanotować.

Dziko żyjące rodziny pszczele mogą mieć niższą przeżywalność od rodzin będących pod opieką pszczelarza. Szczególnie duża śmiertelność występuje w czasie pierwszej zimy po osadzeniu się roju (Seeley i Visscher 1985). Śmiertelność ta prawdopodobnie wynika ze zbyt małych zapasów pokarmu zgromadzonych przed nastaniem zimy.

Czyszczenie gniazda

Częsta wśród pszczelarzy obawa związana z przywracaniem bartnictwa opiera się na domniemaniu, że rodziny pszczele, w których choroby i pasożyty nie będą ograniczane przez człowieka poprzez stosowanie substancji chemicznych i antybiotyków, staną się rezerwuarem tych chorób. Brakuje jednak danych literaturowych, które potwierdzałyby tego rodzaju przypuszczenia. W gniazdach dziko żyjących pszczół spotykane są te same patogeny co w pasiekach (Thompson i in. 2014, Madras-Majewska i in. 2016). Wyższe porażenie w gniazdach dziko żyjących pszczół stwierdzono tylko w przypadku wirusa zdeformowanych skrzydeł (Thompson i in. 2014), który jest przenoszony przez *Varroa destructor*. Ponieważ barcie mają w zamyśle tworzyć populację pszczół podlegających doborowi naturalnemu, nie zaleca się w nich zwalczania warrozy.

Szczególnie groźną i zwalczaną z urzędu chorobą jest zgnilec amerykański. Chorobę tę powoduje bakteria *Paenibacillus larvae*. Bakteria ta stwierdzana jest w pasiekach (Thompson i in. 2014), jednak dopiero pojawienie się objawów klinicznych choroby stanowi podstawę do badań diagnostycznych i likwidacji rodziny pszczelej (Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 lipca 2016 r.). Ze względu na trwałość spor *Paenibacillus larvae* wymagane jest wypalanie miejsc gniazdowania pszczół w razie upadku rodziny pszczelej.

W czasie kontroli wiosennej należy poddać czyszczeniu wszystkie sztuczne miejsca gniazdowania, które nie są zasiedlone. Jeśli wykonana została kontrola jesienna i w tym czasie gniazdo nie było zasiedlone przez pszczoły lub osy, czyszczenie można pominąć. Czyszczenie polega na otwarciu miejsca gniazdowania

i sprawdzeniu jego zawartości. Jeśli wewnątrz znajdują się martwe pszczoły i resztki plastrów, należy je usunąć, a wnętrze gniazda odkazić poprzez opalenie. Opalenie można wykonać za pomocą palnika gazowego lub opalarki elektrycznej zasilanej z generatora. Temperatura i czas trwania opalania powinny być dobrane w taki sposób, aby opalane drewno wyraźnie zmieniło barwę na ciemniejszą. Podczas opalania należy zachować odpowiednie środki ostrożności, by nie doprowadzić do pożaru. Martwe pszczoły i resztki plastrów należy zakopać lub spalić, a narzędzia użyte do oczyszczania gniazda odkazić poprzez opalenie. Jeśli wewnątrz miejsca gniazdowania znajduje się stare gniazdo os, należy je usunąć, podobnie jak zanieczyszczenia pozostawione przez osy na dnie gniazda. W tym przypadku opalenie wnętrza gniazda nie jest konieczne. Naturalne miejsca gniazdowania pszczoły miodnej w dziuplach nie powinny być czyszczone.

Sztuczne miejsca gniazdowania mogą być zasiedlane przez inne zwierzęta niż pszczoła miodna. Mogą to być zwierzęta objęte ochroną lub zasługujące na ochronę. Zwierząt tych nie należy niepokoić, a ich gniazd nie wolno usuwać.

Barcie dydaktyczne

Jeśli głównym celem tworzenia barci lub kłód bartnych jest propagowanie bartnictwa i edukacja, dopuszcza się ustawienie w jednym miejscu większej liczby rodzin pszczelich. Takie miejsca powinny być traktowane jak każda inna pasieka, należy je zatem zgłosić u powiatowego lekarza weterynarii. W barciach dydaktycznych powinny być stosowane zabiegi racjonalnej gospodarki pasiecznej, włączając w to zwalczanie chorób czy zasiedlanie pszczołami. Zaleca się, aby do zasiedlenia barci dydaktycznych używać rodzimego podgatunku pszczoły miodnej. Pszczoły takie mogą pochodzić z pobliskiej pasieki, do której od wielu lat nie importowano pszczół poprzez zakup matek pszczelich lub rodzin pszczelich.

Pozyskiwanie produktów pszczelich

Z uwagi na to, że bartnictwo w Lasach Państwowych służy zachowaniu gatunku pszczoły miodnej w jej naturalnym środowisku, a także wzrostowi bioróżnorodności, produkty pszczele nie powinny być pozyskiwane. Dotyczy to zarówno miodu, jak i pyłku, pierzgi, propolisu, mleczka pszczelego, wosku, jadu pszczelego, pszczół. Niewielkie próbki wspomnianych produktów mogą być pobierane w celu przeprowadzenia badań naukowych po uzyskaniu zezwolenia od właściwego organu sprawującego nadzór nad siedliskami pszczoły miodnej. Wyjątkiem są pasieki oraz kłody bartne niepozostające w zarządzie LP, mimo że zlokalizowane na terenach należących do LP. W tym przypadku o pozyskiwaniu produktów pszczelich decyduje właściciel.

Pozyskiwanie produktów pszczelich z rodzin pszczoły miodnej zasiedlających barcie, kłody lub budki może zostać dopuszczone w przyszłości, kiedy populacja dziko żyjących pszczół stanie się bardziej liczna. Wymagać to będzie stosownych odrębnych uregulowań wewnętrznych z uwzględnieniem najważniejszego celu, jakim jest czynna ochrona siedlisk pszczoły miodnej, czyli ochrona gatunku w zbliżonych do naturalnych warunkach występowania.

Wnioski

Zwiększenie liczebności populacji dziko żyjących pszczół wydaje się uzasadnione. Aby to osiągnąć, należy chronić dziuplaste drzewa jako naturalne miejsca gniazdowania. Ze względu na niedostateczną liczbę takich drzew i długi czas potrzebny na wytworzenie się dziupli, alternatywnym sposobem wspierania dziko żyjących pszczół jest tworzenie sztucznych miejsc gniazdowania.

Literatura

- Banaszak J. 2009. Pollinating insects (Hymenoptera: Apoidea, Apiformes) as an example of changes in fauna. *Fragmenta Faunistica*, 52 (2), 105–123.
- Blank-Weissberg S. 1937. Barcie i kłody w Polsce. Polskie Towarzystwo Zootechniczne.
- Burzyński J. 1979. Z badań nad składem gatunkowym remiz zakładanych na powierzchniach stosowania ogniskowo-kompleksowej metody ochrony lasu. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 550, 11–41.
- Burzyński J. 1989. Ocena efektywności ogniskowo-kompleksowej metody ochrony lasu. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 690, 153–187.
- Crane E. 1999. *The World History of Beekeeping and Honey Hunting*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203819937>
- Danielewicz W., Wiatrowska B. 2012. Motywy, okoliczności i środowiskowe konsekwencje wprowadzania obcych gatunków drzew i krzewów do lasów. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie*, 33 (4), 26–42.
- Dzierżanowski T., Nawrocki P., Pazura A., Zawadzki J. 2009. Możliwość przywrócenia bartnictwa polskim lasom jako elementu zrównoważonego leśnictwa. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie*, 11 (2), 49–56.
- Echaust K. 2019. Bartnictwo w kontekście ekologii kulturowej i ochrony niematerialnego dziedzictwa kulturowego – refleksje po badaniach pilotażowych. *Łódzkie Studia Etnograficzne*, 58. <https://doi.org/10.12775/27688>
- Galton D. 1971. Survey of a thousand years of beekeeping in Russia. *Bee Research Association*.

- Gamrat R., Gałczyńska M. 2014. Wpływ budowy strefy ekotonowej lasu na fitoróżnorodność. *Sylvan*, 158 (1), 34–40.
- Głowacka B. (red.) 2013a. *Metodyka integrowanej ochrony drzewostanów iglastych*. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Głowacka B. (red.) 2013b. *Metodyka integrowanej ochrony drzewostanów liściastych*. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- IOL 1988. *Instrukcja ochrony lasu*. PWRiL, Warszawa.
- IOL 2012. *Instrukcja ochrony lasu*. Wyd. II. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Kadej M., Smolis A. 2005. Zagrożenia i przeciwdziałanie zmniejszaniu populacji owadów zapylających. Fundacja Ekologiczna „Zielona Akcja”, Legnica.
- Kapuściński S. 1945. Rola jarzębiny (*Sorbus aucuparia* L.) w biocenozie leśnej. Instytut Badawczy Leśnictwa, ser. C, 16.
- Karg J. 2003. Zadrzewienia śródpolne, strefy buforowe i miedze. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa.
- Karpiński J.J. 1935. Przyczyny ograniczające rozmnażanie się korników drukarzy (*Ips typographus* L. i *Ips duplicatus* Sahlb.) w lesie pierwotnym. Instytut Badawczy Leśnictwa, ser. A, Rozprawy i sprawozdania, 15, 1–65.
- Keczyński A. 2017. Z kart historii pszczelarstwa w Puszczy Białowieskiej. *Studia i Materiały Ośrodka Kultury Leśnej*, 16, 53–80.
- Koehler W. 1968. O założeniach kompleksowo-ogniskowej metody biologicznej ochrony lasu. *Sylvan*, 62 (7), 43–51.
- Koehler W. 1978. *Zarys hylopatologii*. PWN, Warszawa.
- Kohl P.L., Rutschmann B. 2018. The neglected bee trees: European beech forests as a home for feral honey bee colonies. *PeerJ*, 6, e4602.
- Krzysik F. 1948. *Ochrona lasu według wykładów Prof. Inż. Aleksandra Kozikowskiego*. Na podstawie wydania przez Koło Studentów Inżynierii Lasowej Politechniki Lwowskiej z roku 1932. Nakład Koła Leśników Uniwersytetu Poznańskiego, Poznań.
- Krzysztofiak A., Krzysztofiak L. 2002. Pszczoły dziko żyjące (Apoidea) i biegaczowate (Carabidae) występujące wzdłuż drogi Suwałki–Budzisko. *Rocznik Augustowsko-Suwalski*, T. 2, 159–188.
- Kuczyńska U. 2004. *Bartnictwo Kurpiowskiej Puszczy Zielonej*. Pszczelarska Oficyna Wydawnicza.
- Loftus J.C., Smith M.L., Seeley T.D. 2016. How Honey Bee Colonies Survive in the Wild: Testing the Importance of Small Nests and Frequent Swarming. *PLOS ONE*, 11 (3), e0150362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150362>
- Madras-Majewska B., Skonieczna Ł., Sokół R., Michalczyk M., Lisowska Ż., Ochnio L. 2016. Health Condition of Bees Inhabiting Wild Beehives and Logs Located in the Forest Districts of North-Eastern Poland. *Biomics*, 8 (1), 48–53.
- Mazur W. (red.) 2014. *Podręcznik najlepszych praktyk ochrony owadów*. Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, Warszawa.

- Moritz R.F., Kraus F.B., Kryger P., Crewe R.M.** 2007. The size of wild honeybee populations (*Apis mellifera*) and its implications for the conservation of honeybees. *Journal of Insect Conservation*, 11 (4), 391–397.
- Morse R.A., Camazine S., Ferracane M., Minacci P., Nowogrodzki R., Ratnieks F.L., Spielholz J., Underwood B.A.** 1990. The population density of feral colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae) in a city in upstate New York. *Journal of Economic Entomology*, 83 (1), 81–83.
- Oleksa A., Gawroński R., Tofilski A.** 2013. Rural avenues as a refuge for feral honey bee population. *Journal of Insect Conservation*, 17, 465–472.
- Pawlikowski T.** 1992. Struktura zespołów pszczołowych (Hymenoptera, Apoidea) na obszarach leśnych Kotliny Toruńskiej. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Rozprawy, Toruń.
- Pawlikowski T., Celary W.** 2006. Investigations on species resources of bees (Hymenoptera: Apiformes) in Poland during last century. *Journal of Apicultural Science*, 50, 2, 25–35.
- Pawlikowski T., Pawlikowski K.** 2009. Phenology of Social Wasps (Hymenoptera: Vespinae) in the Kujawy Region (Northern Poland) under the Influence of Climatic Changes 1981–2000. *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*, 1 (1), 125–134.
- Pruszyński G., Skubida P.** 2012. Dobra praktyka ochrony roślin. Ochrona zapylaczy podczas stosowania środków ochrony roślin. Ekspertyza dla MRiRW.
- Radwan A.** 2018. Bartnictwo a ochrona pszczół w Polsce. *Pszczelarstwo*, 3, 7–8.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 lipca 2016 r. w sprawie zwalczania zgnilca amerykańskiego pszczół (Dz. U. z 2016 r., poz. 1123).
- Samojlik T., Fedotova A., Niechoda T., Rotherham I.D.** 2019. Culturally modified trees or wasted timber: Different approaches to marked trees in Poland's Białowieża Forest. *PLOS ONE*, 14(1), e0211025. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211025>
- Seeley T.D.** 1985. *Honeybee Ecology: A Study of Adaptation in Social Life*. Princeton University Press.
- Seeley T.D.** 2007. Honey bees of the Arnot Forest: A population of feral colonies persisting with *Varroa destructor* in the northeastern United States. *Apidologie*, 38 (1), 19–29.
- Seeley T.D., Morse R.A.** 1976. The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Sociaux*, 23 (4), 495–512.
- Seeley T.D., Morse R.A.** 1978. Nest site selection by the honey bee, *Apis mellifera*. *Insectes Sociaux*, 25 (4), 323–337. <https://doi.org/10.1007/BF02224297>
- Seeley T.D., Tarpay D.R., Griffin S.R., Carcione A., Delaney D.A.** 2015. A survivor population of wild colonies of European honeybees in the northeastern United States: Investigating its genetic structure. *Apidologie*, 46 (5), 654–666.
- Seeley T.D., Visscher P.K.** 1985. Survival of honeybees in cold climates: The critical timing of colony growth and reproduction. *Ecological Entomology*, 10 (1), 81–88. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1985.tb00537.x>
- Sieńko A.** 2017. Bartnictwo leśne. T. 386. Wydawnictwo Świat.
- Simone M., Evans J.D., Spivak M.** 2009. Resin Collection and Social Immunity in Honey Bees. *Evolution*, 63 (11), 3016–3022. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2009.00772.x>

- Skrzecz I., Perlińska A.** 2018. Current problems and tasks of forest protection in Poland. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 60 (3), 161–172.
- Sobieraj-Betlińska A., Banaszak J.** 2017. Zadrzewienia śródpolne jako ostoje pszczół. *Wiadomości Entomologiczne*, 36 (2), 111–123.
- Śliwka A., Staniszewski P.** 2013. Bartnictwo – historia czy przykład edukacji plenerowej? *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 15 (1).
- Thompson C.E., Biesmeijer J.C., Allnutt T.R., Pietravalle S., Budge G.E.** 2014. Parasite pressures on feral honey bees (*Apis mellifera* sp.). *PLOS ONE*, 9 (8), e105164.
- Visscher P.K., Morse R.A., Seeley T.D.** 1985. Honey bees choosing a home prefer previously occupied cavities. *Insectes Sociaux*, 32 (2), 217–220. <https://doi.org/10.1007/BF02224236>
- Wood T., Goulson D.** 2017. Neonikotynoidy: zagrożenie nie tylko dla pszczół. Przegląd danych naukowych uzyskanych po 2013 roku. Fundacja Greenpeace Polska, Warszawa.
- Wróblewski R.** 1991. Polskie pszczelarstwo. Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
- Wróblewski R.** 1998. Barcie, kłody, kószki i ule polskie. Sądecki Bartnik.
- Zych M., Denisow B., Gajda A., Kijanek T., Kramarz P., Szentgyörgyi H.** 2018. Narodowa Strategia Ochrony Owadów Zapyłających. Fundacja Greenpeace, Warszawa.

Rozdział 2

Kierunki w hodowli lasu sprzyjające owadom zapylającym

Jerzy Szwagrzyk, Jan Bodziarczyk, Magdalena Frączek

Pogorszenie stanu zdrowotnego i w konsekwencji zmniejszenie liczebności rodzin pszczoły miodnej mogą być wskaźnikami globalnego spadku różnorodności gatunkowej owadów zapylających i ograniczenia wielkości ich populacji (Zych i in. 2018). Podobnie zmniejszenie liczebności zapylaczy stanowi jeden z przejawów szerszego zjawiska, jakim jest spadek różnorodności i liczebności owadów stwierdzany przede wszystkim w krajach wysoko rozwiniętych, zwłaszcza w Europie, ale zjawisko to ma też wymiar globalny (Sanchez-Bayo i Wyckhuys 2019). Najczęściej przywoływanym mechanizmem napędzającym te zjawiska jest intensywna gospodarka rolna, połączona z powszechnym stosowaniem pestycydów (Goulson 2019, Seibold i in. 2019). Zmniejszenie różnorodności i liczebności owadów następuje przede wszystkim w krajobrazach zdominowanych przez wielkoobszarowe, „przemysłowe” rolnictwo, opatrywane niekiedy wiele mówiącym epitetem „zielonej pustyni” (Goulson 2019). Większe kompleksy leśne stanowią enklawy, w których stopień chemizacji środowiska i unifikacji szaty roślinnej jest znacznie niższy (Seibold i in. 2019), dlatego w perspektywie kilku dziesięcioleci mogą się one okazać jedynymi obszarami, w których owady zapylające mają szansę przetrwania.

Realizowany przez Lasy Państwowe program „Pszczoły wracają do lasu” (Szabla 2018) nie jest nastawiony na wzrost produkcji miodu w podleśnych pasiekach, ale na stworzenie w kompleksach leśnych warunków sprzyjających bytowaniu zróżnicowanych gatunkowo zespołów zapylaczy (Zych i in. 2018), czego przejawem mają być też zdrowe populacje pszczoły miodnej. Aby tak się stało, należy wprowadzić do gospodarki leśnej modyfikacje prowadzące do poprawy warunków bytowania owadów zapylających. Chodzi o to, aby las stał się środowiskiem bardziej sprzyjającym dla pszczół i lepiej przez nie wykorzystanym niż dotychczas.

Zasady hodowli lasu już wielokrotnie modyfikowano, a ich kolejne zmiany ilustrują wzrost świadomości ekologicznej leśników. Zmiany te są w dużej mierze efektem reakcji na pojawiające się przed leśnictwem nowe wyzwania (Jaszczak i in. 2020). Wprowadza się je często, stąd każde kolejne wydanie zasad i instrukcji dotyczących

gospodarki leśnej różni się znacznie od poprzednich. Tym niemniej w zasadach hodowli lasu wciąż obecne są założenia, które tworzyły niegdyś podstawy leśnictwa surowcowego. Kolejne edycje doprowadziły do uelastycznienia zaleceń oraz dały możliwość zastosowania nowych rozwiązań. Proces zmian jednak się nie zakończył, w miarę pojawiania się nowych problemów potrzebne będą bowiem kolejne modyfikacje. Takim nowym wyzwaniem jest potrzeba stworzenia w lasach bezpiecznej ostoi dla owadów zapylających.

Wprowadzanie nowych zaleceń do Zasad to dopiero początek. Szybko zachodzące zmiany w przepisach powodują trudności w nadążaniu za nimi. Przyzwyczajenia i nawyki zostały ukształtowane przez wcześniejsze zasady oraz przez wieloletnią praktykę. Aby to zmienić, potrzeba czasu i wysiłku, edukacji społecznej prowadzonej na szeroką skalę. Najważniejszą sprawą jest szkolenie tych, którzy bezpośrednio wykonują prace w lesie, a także tych, którzy oceniają sposób prowadzenia gospodarki leśnej w konkretnych nadleśnictwach czy leśnictwach. Dotyczy to szczególnie inspektorów nadzoru, zwykle będących pracownikami z długim stażem zawodowym, którego znaczna część przypadła na czasy, kiedy reguły prowadzenia gospodarki leśnej były inne niż obecnie. Stąd pomimo szybko następujących zmian w instrukcjach w praktyce leśnej nadal występują zjawiska, których już być nie powinno, jak np. usuwanie wierzby iwy *Salix caprea* czy innych pionierskich gatunków drzew podczas czyszczeń w młodnikach.

2.1. Stan obecny lasów Polski z perspektywy gatunków zapylających

Środowisko leśne, w porównaniu ze środowiskami otwartymi, charakteryzuje się kilkoma cechami istotnymi z perspektywy warunków bytowania owadów zapylających. Po pierwsze, jest mniej poddane presji chemicznej; praktycznie nie stosuje się w lasach nawozów sztucznych, a używanie pestycydów jest bardzo ograniczone w porównaniu z uprawami polowymi czy z sadami owocowymi. Pomimo dwóch stuleci promowania monokultur iglastych różnorodność gatunkowa zbiorowisk leśnych jest znacznie większa niż polnych czy większości zbiorowisk łąkowych. Na liście zagrożonych gatunków roślin niewiele jest gatunków typowo leśnych, natomiast znajduje się na niej wiele niegdyś pospolitych chwastów polnych, jak na przykład krwawnica wąskolistna, przewiercień okrągłolistny, włóczyczo polne, przetacznik wczesny czy szafirek miękkiolistny (Każmierczakowa i in. 2014). Różnice te nie dotyczą tylko świata roślin. Wyniki długoterminowego monitoringu ptaków wskazują, że gatunki związane ze środowiskiem leśnym wykazują jedynie oscylacje, natomiast gatunki związane ze środowiskiem polnym charakteryzuje długoterminowy trend spadkowy (Chylarecki i in. 2018). Przykładem tego może być przepiórka, która należy do grupy ptaków najszybciej zmniejszających

liczebność w naszym kraju. Z kolei kuropatwa czy trznadel, poniekąd pospolite gatunki, mimo fluktuacji również wykazują długoterminowe spadki liczebności. W większości przypadków przyczyną regresji jest upraszczanie struktury krajobrazu rolniczego jako skutek intensyfikacji rolnictwa. W krajobrazie Polski lasy stanowią zatem ostoję stosunkowo dobrze zachowanej przyrody.

W ekosystemie leśnym produkcja pierwotna koncentruje się w warstwie drzew; niższe warstwy lasu mają ograniczony udział w produkcji pierwotnej, wynoszący zwykle kilka procent tego, co produkuje drzewostan (Kaźmierczakowa 1971, Rawlik i in. 2012). Jest to uwarunkowane zwarciem drzewostanu, które w lasach gospodarczych jest zwykle pełne albo tylko nieco rozluźnione; dopływ światła do roślin rosnących w dolnych warstwach lasu pozostaje bardzo mocno ograniczony, co wpływa na to, że rośliny dna lasu (poza wiosennymi geofitami) kwitną nieregularnie lub mają bardzo niewiele kwiatów.

Zdecydowana większość naszych drzew to gatunki wiatropylne. Niektóre z nich są jednak cennym źródłem pyłku dla zapylaczy. Dotyczy to przede wszystkim wierzby iwy (fot. 2.1), leszczyny, ale też olszy, zwłaszcza olszy czarnej, która kwitnie wczesnie, w okresie, kiedy dostęp do pyłku jest niezwykle ważny dla rozwoju nowego pokolenia pszczół.

Fot. 2.1. Wierzba iwa *Salix caprea* – ważny gatunek drzewa kwitnący wczesnie, dostarczający pyłku w kluczowym dla rozwoju pszczół okresie

Fot. J. Bodziarczyk



W przypadku większości gatunków drzew wiatropylnych, na przykład dominującej w naszych lasach sosny pospolitej, a także takich drzew, jak buki, dęby czy brzozy, ich znaczenie dla owadów zapylających jest niewielkie.

Gatunki zapylane przez owady stanowią mniejszą grupę. Jeszcze mniejszy jest ich udział ilościowy w drzewostanach (Czerepko 2008). W tej grupie drzew mieszczą się oba gatunki lip, których rola jako źródła pożytku dla pszczół jest powszechnie znana (Faliński i Pawlaczyk 1991). Oprócz lip są w tej grupie klony, jarzęby oraz dzikie

drzewa owocowe, z których na szczególną uwagę zasługuje trześnia *Cerasus avium*. Ten gatunek jest nie tylko ważny dla zapylaczy – jego owoce stanowią też źródło pokarmu dla wielu gatunków zwierząt, a drewno trześni charakteryzuje się wysoką jakością estetyczną i jest poszukiwanym surowcem na rynku meblarskim.

W warunkach dużego zwarcia drzewostanu grupą roślin dna lasu, które mogą kwitnąć w sposób masowy na rozległych powierzchniach, są wiosenne geofity. Ich występowanie jest jednak ograniczone do żyznych siedlisk lasów liściastych i mają one krótki okres kwitnienia trwający zaledwie kilka tygodni (Rawlik i in. 2012). Stosunkowo duży udział obficie kwitnących gatunków runa leśnego występuje też w borach sosnowych starszych klas wieku; chodzi głównie o borówki i wrzos, ale także o inne gatunki, na przykład pszeńce. Okres kwitnienia gatunków typowych dla borów jest rozciągnięty w czasie, od wiosny do jesieni. O ile okres kwitnienia borówek przypada na początek i środek okresu fenologicznego: maj–lipiec, o tyle wrzos zakwita głównie pod koniec lata, w sierpniu i wrześniu. Zatem z perspektywy owadów zapylających jest to bardzo cenne źródło pokarmu. Najwartościowszym zbiorowiskiem leśnym są bory bagienne. Wynika to ze stosunkowo bogatej w tym zespole warstwy runa, które tworzą m.in. bagno zwyczajne, borówka łochynia, borówka czernica, wrzos zwyczajny, borówka brusznica czy żurawina błotna (Szkłanowska 1973).

Duży udział obficie kwitnących roślin w środowisku leśnym występuje na skrajach lasu i terenów otwartych oraz na wszelkiego rodzaju powierzchniach zaburzonych: na zrębach, w większych lukach drzewostanowych, w sąsiedztwie składnic drewna oraz wzdłuż wysięków i cieków wodnych. Wymuszane przez potrzeby produkcji drewna szybkie wypełnianie poręb przez młode pokolenie drzew sprawia, że tego typu powierzchnie otwarte funkcjonują bardzo krótko, skład gatunkowy ich roślinności ulega szybkim przemianom i następuje redukcja liczby gatunków oraz ich pokrycia.

W ciągu ostatnich 70 lat znacznie zwiększyła się powierzchnia lasów, z około 22% do 32% powierzchni kraju (Hościło i in. 2016, Jabłoński i in. 2018). W tym samym czasie zasobność drzewostanów uległa mniej więcej podwojeniu (Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych 2018). Są to duże osiągnięcia gospodarki leśnej, zwłaszcza gdy uwzględni się fakt, że podwojeniu uległa nie tylko zasobność drzewostanów, ale i poziom rocznego pozyskania drewna. Zmiany, które doprowadziły do wzrostu zasobności i przyrostu drzewostanów, pogorszyły warunki bytowe pszczoł i innych owadów zapylających w lasach. Wyrazem tego jest chociażby znaczący spadek udziału gatunków o większych wymaganiach świetlnych w składzie gatunkowym runa polskich lasów odnotowany w ostatnich 50 latach (Matuszkiewicz 2007).

Likwidacja płazowin i halizn, która przyczyniła się do wzrostu zasobności i produktywności drzewostanów, ograniczyła zarazem powierzchnie, na których mogły masowo i przez długi czas kwitnąć rośliny miododajne. Podobne skutki uboczne mogło mieć usunięcie wypasu bydła z lasów. Podczas intensywnego wypasu nie tylko krzewy, ale i runo były zjadane i zadeptywane, tak że często nie dochodziło do zakwitania roślin. Jednak w przypadku ekstensywnego wypasu gatunki dna lasu mogły

wzrastać w lepszych warunkach świetlnych i niektóre z nich mogły obficie kwitnąć (Kaźmierczakowa 1971).

Prowadzona na szeroką skalę regulacja rzek i odwodnienie siedlisk podmokłych doprowadziły do ograniczenia powierzchni borów bagiennych i lasów łągowych (Czerpekko 2011), czyli zbiorowisk o luźnych drzewostanach, w których warunki kwitnienia dla roślin były korzystne. Procesy te są bardzo trudne do odwrócenia. W związku z narastającymi problemami deficytu wody, wpływającymi na obniżenie zdrowotności i stabilności drzewostanów, potrzebne są teraz działania niwelujące skutki dawniejszych odwodnień. Odtwarzanie siedlisk podmokłych w lasach powinno się stać jednym z priorytetów gospodarki leśnej. Oprócz poprawy retencji wodnej będzie to miało pozytywny wpływ także na warunki bytowania owadów zapylających.

Podobnie negatywne skutki dla zapylaczy miała akcja uproduktownienia tak zwanych nieużytków, czyli zalesiania otwartych śródleśnych polan lub innych otwartych powierzchni w granicach kompleksów leśnych. Były to najczęściej siedliska cennych gatunków roślin miododajnych, odgrywających ważną rolę w środowisku leśnym. Siedliska te w wielu obszarach zanikły, co doprowadziło do zubożenia różnorodności roślin oraz do pogorszenia warunków bytowania owadów zapylających. W ostatnich kilkunastu latach, czyli w czasie realizacji programu Natura 2000, przywraca się wszelkie śródleśne enklawy i dąży do utrzymania ich zbiorowisk we właściwym stanie gatunkowym i strukturalnym. W wielu nadleśnictwach ochrona zbiorowisk nieleśnych stała się ważnym celem działalności pozaprodukcyjnej. Dotyczy to jednak tylko tych powierzchni, które nie zostały wcześniej zalesione lub nie uległy spontanicznej sukcesji, a ocenione zostały jako wartościowe siedliska naturalne.

2.2. Propozycje dla hodowli lasu

W odniesieniu do części lasów w Polsce należy zrezygnować z egzekwowania bezwzględnego priorytetu zwiększania przyrostu drzewostanów oraz produkowania drewna wysokiej jakości. Są to bardzo ważne cele gospodarki leśnej, ale ich realizacja na całym obszarze LP ogranicza możliwości bytowania pszczół i innych owadów zapylających w lasach.

Część działań, które należałoby podjąć w celu poprawienia warunków bytowych zapylaczy w środowisku leśnym, można realizować w ramach typowych zabiegów hodowlanych i pielęgnacyjnych, lekko je tylko modyfikując.

Działania na etapie produkcji szkółkarskiej

Tam, gdzie gatunki drzew o dużym znaczeniu dla zapylaczy nie występują w drzewostanach lub pojawiają się tylko sporadycznie, należałoby podjąć działania ma-

jące na celu ich wprowadzenie do lasu w postaci odnowień sztucznych. Chodzi o gatunki takie jak obie rodzime lipy, trześnia, jawor, klon pospolity, jarząb pospolity i czeremcha zwyczajna. Należy je sadzić na zrębach i w gniazdach w luźnej więźbie. W tym celu powinno się rozszerzyć hodowlę tych gatunków, dotychczas zbyt rzadko hodowanych, w szkółkach leśnych. Problem może zatem stanowić brak doświadczenia w produkcji ich sadzonek, a czasem również brak lub niewystarczające rozpoznanie bazy nasiennej tych gatunków. Opracowania dotyczące ich zasobów w polskich lasach są nieliczne (Zajączkowski i Zajączkowski 2008). Ważnym źródłem wiedzy na ich temat mogą być współczesne bazy danych gromadzonych przez leśników, zarówno w ramach Systemu Informatycznego Lasów Państwowych, jak i w trakcie wielkopowierzchniowej inwentaryzacji lasu (WISL 2018). W przypadku lip i klonów doświadczenia z pozyskaniem nasion oraz z produkcją sadzonek w szkółkach, chociaż niezbyt liczne, ale jednak istnieją. W przypadku trześni zaleca się zbieranie dojrzałych owoców, z których należy wydobyć pestki z mięsistej owocni, a następnie posiać w ziemi na głębokości 20–30 cm. Wysiewu dokonuje się w tym przypadku pierwszej wiosny po zbiorze. Ewentualnie można też nasiona przechować przez zimę i na trzy miesiące przed wysiewem zastratyfikować w piwnicy (Hrynkiewicz-Sudnik i in. 1987). W przypadku czeremchy zwyczajnej trudno znaleźć jakiegokolwiek źródła informacji na temat pozyskiwania nasion i produkcji sadzonek. Gatunek ten w wielu opracowaniach nie jest nawet traktowany jako drzewo, mimo że osiąga przez czeremchy rozmiary nie ustępują rozmiarom takich gatunków jak olsza szara czy jarzębina. Tym niemniej na wilgotnych i żyznych siedliskach czeremcha zwyczajna może być gatunkiem użytecznym dla zapylaczy. Należałoby podjąć próby jej produkcji w szkółkach i wprowadzania w miejsca, gdzie jej brakuje.

Działania na etapie zakładania i pielęgnacji upraw

Jednym ze sposobów poprawienia warunków bytowania zapylaczy w naszych lasach może być pozostawianie 5–10% powierzchni zrębowych bez odnowienia. Do tego celu należałoby wykorzystać powstające spontanicznie luki, w których naturalne odnowienie nie nastąpiło, albo miejsca, w których wprowadzone sadzonki z różnych przyczyn przepadły. Miejsca takie należy wybierać tam, gdzie rozwijają się gatunki roślin mogące być źródłem pożytku dla pszczoł i innych owadów zapylających. Nie powinny to być miejsca opanowane przez trawy, turzyce czy sity, ale miejsca, w których rozwijają się maliny, jeżyny, borówki czy wrzosa. Powierzchnie takie powinny mieć odpowiednią wielkość, tak aby młody drzewostan nie zwał nad nimi koron w krótkim czasie. Minimalna powierzchnia luki w odnowieniu, która byłaby przydatna dla pszczoł i innych owadów zapylających w lasach, powinna wynosić co najmniej 5–10 arów.

Działania na etapie czyszczeń

W trakcie prowadzenia czyszczeń należy zwrócić szczególną uwagę na zachowanie gatunków domieszkowych. Proponujemy wprowadzenie całkowitego zakazu usuwania wierzby iwy w trakcie czyszczeń. Na siedliskach żyznych cieniowyttrzymałe gatunki właściwe siedlisku (buk, jodła, grab, lipy, klony) poradzą sobie mimo ocieniania przez iwę, a z czasem przerosną ją i wyeliminują samoczynnie. Przez parę dziesięcioleci iwa będzie jednak bezcennym źródłem pyłku dla pszczoł i innych owadów zapylających w krytycznym okresie wczesnej wiosny. Na siedliskach mniej żyznych iwa pojawia się jedynie sporadycznie i rośnie wolniej, nie jest zatem poważnym konkurentem dla rosnących tam gatunków o wyższych wymaganiach świetlnych. Ponieważ jest jej tam niewiele, tym bardziej należy unikać jej wycinania podczas czyszczeń. Nie wystarczy jednak samo pozostawianie gatunków domieszkowych w trakcie czyszczeń. W wielu przypadkach dla zachowania tych gatunków w składzie przyszłego drzewostanu konieczne jest ich czynne popieranie od etapu czyszczeń wczesnych. Dotyczy to szczególnie trześni, która jest wprawdzie gatunkiem szybko rosnącym, ale jest też silnie światłożądna i w warunkach konkurencji o światło, na przykład z bukiem, zostaje szybko wyeliminowana. Tam, gdzie trześnia wstępuje w składzie młodego drzewostanu, czyszczenia powinny być prowadzone tak, aby trześnia na tym zyskiwała kosztem innych gatunków. Należy ją zatem nie tylko zostawiać, ale także odsłaniać, eliminując silnych konkurencyjnie sąsiadów, takich jak buk czy grab. Podobne podejście należałoby też zastosować wobec innych gatunków ważnych dla zapylaczy: lipy, klonu pospolitego i jaworu. W ramach czyszczeń należałoby również ograniczyć nieco usuwanie leszczyny i stworzyć jej warunki do liczniejszego występowania w wybranych miejscach. W odróżnieniu od wierzby iwy leszczyna jest gatunkiem silnie ocieniającym i może być poważnym konkurentem nawet dla odnowień gatunków cieniowyttrzymałych. W okresie wczesnowiosennego kwitnienia stanowi źródło pyłku dla pszczoł i innych owadów zapylających. Leszczyna niekiedy kwitnie zbyt wcześnie, aby jej pyłek mógł być wykorzystany przez owady, zatem jej rola jest mniejsza niż wierzby iwy. Tym niemniej nie można jej lekceważyć. Leszczynę należy pozostawiać na skraju powierzchni otwartych (skraje lasu, brzegi cieków i zbiorników wodnych) oraz wzdłuż dróg leśnych. Dobrym miejscem do wprowadzania leszczyny są pasy terenu pod liniami energetycznymi. Leszczyna jako gatunek szybko rosnący i mocno ocieniający jest w stanie powstrzymać sukcesję drzew, a sama nie wyrasta na tyle wysoko, aby stanowić zagrożenie dla linii energetycznych.

Działania na etapie trzebieży

Na etapie trzebieży chodzi już nie tylko o zachowanie w składzie gatunkowym drzewostanu gatunków domieszkowych ważnych dla owadów zapylających, ale

przede wszystkim o stworzenie im możliwości obfitego kwitnienia. W warunkach silnie zwartego drzewostanu, zwłaszcza zdominowanego przez buka, drzewa takie jak lipy, klony czy trześnia utrzymują wąskie, wysoko osadzone korony. Kwitnienie takich drzew jest bardzo słabe i znacznie opóźnione. Należałoby zatem w trakcie trzebieży uwolnić korony tych drzew od nacisku sąsiadów. Ponieważ mowa o żywnych siedliskach lasowych, drzewami usuwanymi mogą być też gatunki liściaste, przede wszystkim dęby i buki. W drzewostanach zdominowanych przez te gatunki na etapie młodnika i tyczkowiny utrzymuje się silne zwarcie w celu wyhodowania drzew o prostych, dobrze oczyszczonych pniach. Jednak na etapie trzebieży ryzyko tego, że przerzedzenie drzewostanu spowoduje nadmierny rozwój konarów bocznych i pogorszenie jakości pnia, jest już mniejsze. Wpływ bardziej intensywnych cięć na pokrój tych drzew, które pozostaną w drzewostanie, nie będzie już miał zasadniczego znaczenia.

Działania na etapie prowadzenia cięć rębnych

Na tym etapie można podjąć działania w celu poprawy warunków bytowania większych płatów borówczysk. Część starszych drzewostanów sosnowych z dominacją borówek w runie mogłaby być pozostawiana dłużej, niż wskazuje na to wiek rębności drzewostanów. Wyrąb drzewostanu i zastąpienie go sosnowym młodnikiem oznacza, że przez następne parę dziesiątków lat w tym miejscu borówczysk nie będzie. Pozostawienie starych drzewostanów sosnowych oznacza stratę z perspektywy produkcji surowca drzewnego, ale z punktu widzenia innych funkcji lasu, nie tylko związanych z poprawą warunków bytowania pszczół i innych owadów zapylających, mogłoby być bardzo dobrym rozwiązaniem. W przypadku borów ważny jest długi okres kwitnienia gatunków współwystępujących, który trwa od maja, kiedy kwitną borówki, do września, kiedy zakwitają wrzos zwyczajny i pszeniec zwyczajny. Szczególnie korzystna jest fenologia w borze bagiennym oraz borze świeżym z udziałem borówki brusznicy i innych gatunków borowych, które cechują się długim okresem kwitnienia (fot. 2.2–2.5). Zespoły te, zwłaszcza bór bagienny, wyróżniają się spośród innych zespołów leśnych znacznie wyższą wydajnością miodową. Według Szklanowskiej (1973) w borze bagiennym wydajność miodowa przekracza 196 kg/ha, a w borze mieszanym sosnowo-dębowym wynosi 126 kg/ha, podczas gdy w borze sosnowym świeżym niecałe 77 kg/ha, a w wyżynnym borze jodłowym nieco ponad 36 kg/ha.



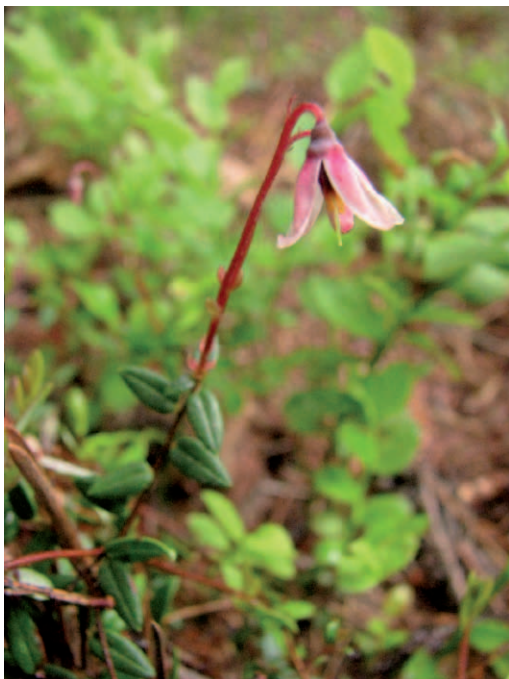
Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 2.2. Fragment boru bagiennego sosnowego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* z masowo kwitnącym bagnem zwyczajnym *Ledum palustre*. Zespół wyróżnia się największą wydajnością miodową spośród wszystkich borów. Dzięki luźnej strukturze drzewostanu dno lasu pokryte jest licznymi gatunkami, których okres kwitnienia jest rozciągnięty w czasie, od wiosny do jesieni

Fot. 2.3. Bagno zwyczajne *Ledum palustre*
– gatunek wyróżniający sosnowe bory
bagienne. Kwitnie w maju i czerwcu.
Pożytkiem jest nektar i pyłek. Pyłek jest
jednak szkodliwy dla pszczoł miodnych
(Encyklopedia pszczelarska 1989)

Fot. J. Bodziarczyk





Fot. 2.4. Żurawina błotna *Oxycoccus palustris* – ważny gatunek wskaźnikowy borów sosnowych bagiennych. Kwitnie od czerwca do sierpnia, a pożytkiem jest nektar

Fot. J. Bodziarczyk



Fot. 2.5. Borówka brusznica *Vaccinium vitis-idaea* występuje we wszystkich typach borów. Mimo że jej wydajność nie jest zbyt wysoka, zapewnia pożytek w długim okresie, od maja do lipca

Fot. J. Bodziarczyk

2.3. Działania wymagające modyfikacji zasad hodowli lasu

Trześnia, czyli wiśnia ptasia *Cerasus avium*, to gatunek łączący w sobie liczne zalety (drewno wysokiej jakości, kwiaty, owoce), którego udział w naszych lasach jest zdecydowanie zbyt mały. Ten zoochoryczny gatunek rośnie głównie na żyznych siedliskach lasów liściastych, ale może też występować w lasach mieszanych. Aby zwiększyć jego udział w drzewostanach, nie ma potrzeby aktywnie go wprowadzać tam, gdzie już występuje. Należy tylko stworzyć mu warunki do obfitego kwitnienia oraz do wzrastania młodych osobników. W tym celu należy trześni nadać bezwzględny priorytet we wszystkich zabiegach hodowlanych.

Dwa rodzime gatunki: lipa drobnolistna *Tilia cordata* oraz lipa szerokolistna *T. platyphyllos* powinny być popierane w czyszczeniach i w trzebieżach. Proponuje się ich wprowadzanie w miejscach, gdzie dotychczas nie występowały, na siedliskach: lasy i lasy mieszane, lasy wyżynne, lasy górskie w niższych położeniach (Faliński i Pawlacyk 1991). Należy je popierać szczególnie na stanowiskach, gdzie będą miały szanse na długie i obfite kwitnienie. Zwarte drzewostany nie stwarzają takich warunków. Lipy będą w nich rosnać, ale kwitnienie może być słabe. Dlatego lipy należy popierać przede wszystkim na skraju powierzchni otwartych, takich jak skraje lasu, brzegi cieków i zbiorników wodnych oraz wzdłuż dróg leśnych.

Wiosenne geofity, typowe dla żyznych siedlisk lasów liściastych (fot. 2.6–2.9), powinny być odtwarzane tam, gdzie ich nie ma lub są bardzo nieliczne. Gatunki te mają bardzo ograniczone możliwości dyspersji i stosunkowo krótki okres kwitnienia. Z tego powodu może brakować ich tam, gdzie las wkroczył samorzutnie na dawne grunty porolne lub na gruntach wtórnie zalesionych. Może również brakować wiosennych geofitów tam, gdzie przez parę generacji zamiast lasów liściastych rosły monokultury iglaste. Powrót geofitów, tak jak wielu innych gatunków typowych dla określonych siedlisk liściastych, to proces długotrwały, rozciągnięty w czasie na dziesiątki lat i ściśle związany z odległością od źródła diaspor. Zasilenie lub odtworzenie geofitów wiosennych należy uzależnić od aktualnego stanu populacji poszczególnych gatunków oraz możliwości ich rozwoju w danym obszarze lasu (Czerepko 2004). W sytuacjach skrajnych należy dokonać przeniesienia fragmentów płatów populacji w celu przyspieszenia kolonizacji obszaru ubogiego w geofity. Zabieg taki powinien być przeprowadzony bezpośrednio po przekwitnieniu roślin i wyprodukowaniu nasion. Później należy zintensyfikować trzebieże w celu dopuszczenia większej ilości światła do dna lasu. Jest to bardziej skuteczny i szybszy sposób na zwiększenie zasobów gatunków roślin ważnych dla pszczół i innych zapyłaczy niż sztuczna kolonizacja polegająca na przenoszeniu tych gatunków z innych stanowisk.

Wrzos jest gatunkiem bardzo światłolubnym, występuje w runie starszych drzewostanów sosnowych na ubogich siedliskach boru świeżego lub boru suchego. Kwitnie



Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 2.6. Pierwiosnka wyniosła *Primula elatior*, gatunek miododajny związany z lasami i ich obrzeżami



Fot. 2.7. Masowo kwitnące geofity wczesnowiosenne w dobrze wykształconym grądzie typowym *Tilio-Carpinetum typicum*

Fot. J. Bodziarczyk

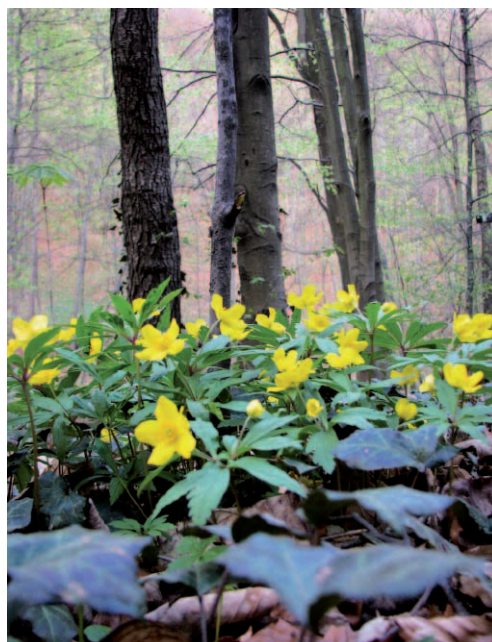


Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 2.8. Zawilec gajowy *Anemone nemorosa* – ważny gatunek runa leśnego zakwitający wczesną wiosną. W dobrze wykształconych płatach grądów i żyznych buczyn pojawia się i kwitnie masowo

Fot. 2.9. Zawilec żółty *Anemone ranunculoides* – znacznie rzadszy niż zawilec gajowy, również odgrywa ważną rolę jako geofit wczesnowiosenny, przywiązany do żyznych siedlisk lasowych

Fot. J. Bodziarczyk



obficie w silnie przerzedzonych drzewostanach albo we wrzosowiskach otwartych bez drzewostanów. Wrzosowiska i drzewostany z runem wrzosowym znajdują się obecnie w regresie. W celu ich utrzymania trzeba podjąć zabiegi z zakresu ochrony czynnej. W przypadku zbiorowisk takim zabiegiem może być kontrolowane wypalanie, stosowane od dawna w krajach zachodniej Europy, a od niedawna testowane także na wrzosowiskach w Polsce, przynoszące pozytywne rezultaty (Osuch 2017). Wszelkie tego typu działania powinny być jednak konsultowane z ochroną przeciwpożarową.

Utrzymanie i odtwarzanie leśnych mokradeł (fot. 2.10) nie tylko zwiększa retencję wody w lasach, ale ma także ogromne znaczenie dla utrzymania bioróżnorodności (Wright i in. 2002) i sprzyja owadom zapylającym. Przy odtwarzaniu leśnych mokradeł należy wykorzystać rozlewiska powstające w efekcie działalności bobrów. Gatunek ten osiągnął w Polsce dużą liczebność i występuje praktycznie na terenie całego kraju. Budując tamy i tworząc rozlewiska, przyczynia się do lokalnego zamierania drzewostanów. Z czasem, po opuszczeniu danego terenu przez bobry i po rozpadzie tamy, w miejscu bobrowych rozlewisk powstają w procesie sukcesji śródleśne mokradła (Willby i in. 2018). Nie należy tych miejsc odwadniać ani próbować ich zalesiać, ponieważ stanowią one enklawy różnorodnej i bogatej roślinności, wśród której jest wiele gatunków obficie kwitnących i ważnych dla owadów zapylających. Do ważniejszych z nich należą m.in.: knieć błotna, lepiężniki biały i różowy, żywokost lekarski, rzeżucha łąkowa czy ostrożeń warzywny, którego wydajność nektarowa osiąga 500 kg/ha, oraz mięta nadwodna, która nektaruje w ilości 500–700 kg/ha. Ważnym gatunkiem, o dużych możliwościach kolonizacji takich siedlisk, jest także krwawnica pospolita, której wydajność nektarowa jest równie wysoka i przekracza 250 kg/ha. W środowisku tym dobrze radzą sobie inne ważne gatunki dla owadów zapylających, takie jak: sadziec konopiasty, wiązówka błotna, kozłek lekarski czy niezapominajka błotna. Jeżeli w miejscach, w których wprowadzane są lub popierane gatunki ważne dla owadów zapylających, nie ma stałych cieków lub zbiorników wodnych, należy zakładać tam sztuczne oczka wodne w celu zapewnienia pszczołom dostępu do wody.

Uzasadnione jest wykorzystanie większych śródleśnych enklaw (polan, pastwisk, łąk) znajdujących się w zarządzie Lasów Państwowych do tworzenia i formowania zadrzewień, które składają się z gatunków mających znaczenie dla pszczoł i innych zapylaczy. Układ skupisk drzew w przestrzeni powinien być zaprojektowany w formie mozaiki, aby tworzyły one luźną strukturę i nie zacięniały zbyt roślinności zielonej zbiorowisk nieleśnych. Lipy *Tilia cordata* i *T. platyphyllos* należy przestrzennie formować w postaci niewielkich grup, po kilka osobników, w bardzo luźnej więźbie, tak aby każde drzewo mogło wykształcić pełną i nisko ugałęzioną koronę, zdolną do obfitego kwitnienia. Klon zwyczajny *Acer platanoides* i jawor *Acer pseudoplatanus* wprowadza się podobnie jak lipy, ale trześnię *Cerasus avium* już w formie pojedynczo rosnących drzew lub niewielkich grup rozproszonych co kilkadziesiąt metrów. W miejscach otwartych w bezpośrednim sąsiedztwie lasu lub w większych lukach drzewostanowych należy też popierać dzikie grusze *Pyrus pyraeaster* i jabłonie *Malus*

sylvestris. W razie ich braku (w skali kraju są to gatunki rzadkie), można sadzić stare, tradycyjne odmiany drzew owocowych, takich jak jabłoń, grusza czy śliwa. Drzewa owocowe rosnące w lukach drzewostanów nie powinny być ocienione przez inne gatunki drzew leśnych, gdyż ich możliwości konkurowania o światło są znacznie ograniczone; często pozostają one w niższych warstwach roślinności. Stąd ważna jest odpowiednia przestrzeń w celu pełnego wykształcenia korony oraz zapewnienia kwitnienia i owocowania. W miejscach otwartych w sąsiedztwie lasu drzewa owocowe mogą być wprowadzane szeregowo.



Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 2.10. Śródleśne naturalne mokradło z masowo kwitnącą kniczą błotną *Caltha palustris*. Dobry przykład utrzymania bioróżnorodności i wspierania owadów zapylających

Kształtowanie strefy ekotonu powinno mieć na względzie potrzebę zapewnienia właściwej bazy pożytkowej i miejsca schronienia dla zapylaczy. W zależności od właściwości siedliska powinny się w nim znaleźć takie gatunki, jak: śliwa tarnina, wierzby, leszczyna, kruszyna, jarzab pospolity, czeremcha zwyczajna, głogi, jałowiec pospolity, kalina koralowa, janowiec barwierski, dzika róża, berberys zwyczajny oraz dzikie drzewa owocowe. Większość wymienionych drzew i krzewów pojawia się dzięki rozprzestrzenianiu ich nasion przez ptaki. Idealnym gatunkiem do tworzenia strefy ekotonu jest tarnina (fot. 2.11). Ważnymi cechami tego gatunku są: wczesna pora kwitnienia oraz łatwość i szybkość kolonizacji nowych miejsc, dzięki silnej ten-

dencji do rozmnażania wegetatywnego, a także wręcz ekspansja w miejscach nieużytkowanych terenów rolniczych sąsiadujących bezpośrednio z lasem.



Fot. M. Frączek

Fot. 2.11. Zarośla tarniny tworzące strefę ekotonu

Bardzo ważne jest kształtowanie strefy ekotonu do wnętrza drzewostanu. Większość istniejących obecnie stref ekotonu to efekt ekspansji zarośli na zewnątrz – na sąsiadujące z lasem tereny otwarte. Ponieważ strefy te zajmują z reguły grunty prywatnej własności, taka rozwinięta „na zewnątrz” drzewostanu strefa ekotonu może być w każdej chwili zlikwidowana w przypadku intensyfikacji gospodarki. Zagrożeniem dla zewnętrznego ekotonu jest na przykład gromadzenie bali ze słomą lub siana bezpośrednio pod lasem. Z ekologicznego punktu widzenia zadrzewienia w bliskim sąsiedztwie lasów należy traktować jako strefę ekotonową. Nawet najmniejsza tego typu enklawa stanowi bazę pokarmową i miejsce schronienia dla wielu gatunków owadów. Należy wzbogacać skład gatunkowy zadrzewień, zwiększając w nich udział drzew owocowych (grusza, jabłoń), których kwiaty dostarczają doskonałego pokarmu wiosną, a w jesieni ich owoce stanowią ważny pokarm dla owadów, na przykład wędrujących motyli. Możliwości kształtowania składu gatunkowego ekotonu i zadrzewień są zwykle większe niż w przypadku upraw leśnych, a to dzięki lepszemu dostępowi do światła, wody i nawożeniu sąsiadujących pól uprawnych. Istotne ograniczenia wyboru niektórych gatunków dotyczą ich wrażliwości na niskie temperatury w terenie otwartym. Przy tworzeniu stref ekotonowych należy w maksymalnym stopniu wykorzystywać istniejące odnowienia naturalne. Z powodzeniem

można wykorzystać pędy odroślowe (wierzby). Przy wprowadzaniu krzewów zaleca się zmieszanie grupowe. Formując strefę ekotonu na styku las–teren otwarty, ale też las–drogi leśne, las–linie wysokiego napięcia czy las–zabudowa, należy brać pod uwagę również roślinność zielną. Okrajek ziołoroślowy zwykle wytwarza się samostannie. Aby utrzymać ten gatunek do zakwitnięcia wszystkich gatunków cennych dla pszczół i innych zapylaczy, wystarczy go nie wykaszać aż do późnego lata. Można też wzbogacić pas roślinności zielnej, stosując w tej strefie wysiew mieszanki roślin miododajnych, odpowiednich dla danego siedliska, podobnych do tych, jakie stosuje się w przygotowaniu łąk kwietnych. Pobocza leśnych dróg, wilgotne rowy czy suche przydrożne skarpy to miejsca występowania gatunków ziołoroślowych, które powinny być bezwzględnie popierane. Spotyka się na nich ostrożeń łąkowy i ostrożeń warzywny (fot. 2.12) z wysoką wydajnością miodową, żywokost lekarski – roślinę żywicielską pszczół, krwawnicę pospolitą będącą źródłem nektaru i pyłku, nawłóć pospolitą, żmijowiec zwyczajny (fot. 2.13), sadziec konopiasty, wierzbowkę kiprzyć czy naparstnicę zwyczajną (fot. 2.14), zapewniającą pożytki letnie i wczesnojesienne (Kołtowski 2017). Ponadto skraj lasu porośnięty pasem kwitnących, pachnących i przebarwiających się krzewów i leśnych ziół ma istotne znaczenie dla kształtowania krajobrazu oraz społecznych i rekreacyjnych funkcji lasu (fot. 2.15 i 2.16).



Fot. J. Bylicki

Fot. 2.12. Ostrożeń warzywny *Cirsium oleraceum* – cenny gatunek miododajny związany z wilgotnymi łąkami. Kwitnie w lipcu, a po skoszeniu zakwita ponownie pod koniec lata. Wydajność miodowa wynosi około 500 kg/ha



Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 2.13. Żmijowiec zwyczajny *Echium vulgare* stanowi bogate źródło nektaru i pyłku jako roślina żywicielska dla pszczół. Związany z suchymi i nasłonecznionymi siedliskami



Fot. 2.14. Naparstnica zwyczajna *Digitalis grandiflora* rośnie na żyznych glebach, głównie w luźnych dobrze nasłonecznionych lasach, na ich obrzeżach oraz w ziołoroślach. Kwitnie w VI i VII. Gatunek często odwiedzany przez pszczoły, pożytkiem jest nektar

Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 2.15. Miodownik melisowaty *Melittis melissophyllum* dostarcza pożytku w okresie późnowiosennym i wczesnoletnim. Występuje na niżu i w niższych obszarach górskich, głównie w lasach i zaroślach kserotermicznych

Fot. J. Bodziarczyk



Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 2.16. Wielogatunkowa śródleśna łąka stanowi bogatą bazę żerową dla wielu gatunków owadów zapylających

Wymienione wyżej działania nie wyczerpują listy zabiegów, które mogą pomóc w stworzeniu lepszych warunków dla bytowania owadów zapylających w lasach oraz w ich bezpośrednim otoczeniu. Niektóre z proponowanych działań, jak kształtowanie strefy ekotonu, są zupełnie neutralne względem gospodarki leśnej nastawionej na produkcję surowca drzewnego. Inne, jak zostawianie fragmentów borów sosnowych z runem borówkowym i z drzewostanem, który przekroczył już wiek rębności, wchodzi w konflikt z funkcją surowcową, ale doskonale dają się pogodzić z rekreacyjną funkcją lasu. Z kolei ochrona i odtwarzanie siedlisk podmokłych z jednej strony ograniczają i utrudniają produkcję surowca, z drugiej zaś godzą funkcję ochrony bioróżnorodności z poprawą warunków bytowania owadów zapylających. Sposobów na kształtowanie środowiska leśnego, tak aby pszczoły i inne zapylacze mogły w nim znaleźć dogodne warunki do życia, jest znacznie więcej. Ci, którzy gospodarują w konkretnych nadleśnictwach, mają ogromne pole do działania.

Literatura

- Chylarecki P., Chodkiewicz T., Neubauer G., Sikora A., Meissner W., Woźniak B., Wylęgała P., Ławicki Ł., Marchowski P., Betleja J., Bzoma S., Cnian Z., Górski A., Korniluk M., Moczarska J., Ochocińska D., Rubacha S., Wieloch M., Zielińska M., Zieliński P., Kuczyński L. 2018. Trendy liczebności ptaków w Polsce. GIOŚ, Warszawa.
- Czerepko J. 2004. Development of vegetation in managed Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in an oak–lime–hornbeam forest habitat. *Forest Ecology and Management*, 202, 119–130.
- Czerepko J. (red.) 2008. Stan różnorodności biologicznej lasów w Polsce. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Czerepko J. 2011. Zmiany roślinności na siedliskach mokradeł leśnych północno-wschodniej Polski. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Rozprawy i Monografie*, 16, Sękocin Stary.
- Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych. 2018. Lasy Państwowe w liczbach 2018. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. <https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/publikacje/do-poczytania/lasy-panstwowe-w-liczbach-1/lasy-panstwowe-w-liczbach-2018.pdf/view>
- Encyklopedia pszczelarska. 1989. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Faliński J.B., Pawlaczyk P. 1991. Zarys ekologii. W: Lipy. Nasze drzewa leśne, t. 15, red. S. Białobok. Instytut Dendrologii PAN, Kórnik–Poznań, 145–236.
- Goulson D. 2019. The insect apocalypse, and why it matters. *Current Biology*, 29 (19), 967–971.
- Hościło A., Mirończuk A., Lewandowska A. 2016. Określenie rzeczywistej powierzchni lasów w Polsce na podstawie dostępnych danych przestrzennych. *Sylwan*, 160 (8), 627–634.
- Hryniewicz-Sudnik J., Sękowski B., Wilczkiewicz M. 1987. Rozmnażanie drzew i krzewów liściastych. PWN, Warszawa.

- Jabłoński M., Mionskowski M., Budniak P. 2018. Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasu źródłem informacji o powierzchni lasów w Polsce. *Sylwan*, 162 (5), 365–372.
- Jaszczak R., Bańkowski J., Kowalczyk B. 2020. Urządzanie lasu w dobie wyzwań środowiskowych i społecznych – planowanie regionalne. *Sylwan*, 164 (5), 373–383.
- Każmierczakowa R. 1971. Ekologia i produkcja runa świetlistej dąbrowy i grądu w rezerwach Kwiatkówka i Lipny Dół na Wyżynie Małopolskiej. *Studia Naturae*, 15, 1–107.
- Każmierczakowa R., Zarzycki K., Mirek Z. (red.) 2014. Polska Czerwona Księga Roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Kołtowski Z. 2017. Przewodnik po roślinach miododajnych. LP Nadleśnictwo Augustów. Las w Liczbach 2018. Wydawnictwo Lasów Państwowych.
- Matuszkiewicz J. (red.) 2007. Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski. Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego. Monografie, 8.
- Osuch W. 2017. Wypalanie wrzosowisk jako forma czynnej ochrony cennych siedlisk na przykładzie Wrzosowiska Przemkowskiego i Rezerwatu Diabelskie Pustacie. Manuskrypt, UR Kraków.
- Rawlik M., Jagodziński A., Janyszek S. 2012. Sezonowe zmiany stanu biomasy w runie lasu grądowego *Stellario holosteeae-Carpinetum betuli*. *Leśne Prace Badawcze*, 73 (3), 221–235.
- Sanchez-Bayo F., Wyckhuys K.A.G. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27.
- Seibold S., Gossner M.M., Simons N.K., Blüthgen N., Müller J., Ambarl D., Ammer C., Bauhus J., Fischer M., Habel J.C., Linsenmair K.E., Nauss T., Penone C., Prati D., Schall P., Schulze E.-D., Vogt J., Wöllauer S., Weisser W.W. 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574, 671–688.
- Szabla K. 2018. Pszczoły wracają do lasu. *Wiś i Doradztwo*, 95 (1), 3–5.
- Szklanowska K. 1973. Bory jako baza użytkowa pszczół. *Pszczelnictwo Zeszyty Naukowe*, XVII, 51–85.
- Willby N.J., Law A., Oded Levanonic O., Foster G., Ecke F. 2018. Rewilding wetlands: beaver as agents of within-habitat heterogeneity and the responses of contrasting biota. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 373, 20170444. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0444>
- Wright J.P., Jones C.G., Flecker A.S. 2002. An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. *Oecologia*, 132, 96–101.
- Zajączkowski K., Zajączkowski G. 2008. Występowanie czereśni ptasiej (*Cerasus avium* Moench) na terenie Lasów Państwowych. *Leśne Prace Badawcze*, 69, 3, 211–223.
- Zasady Hodowli Lasu. 2012.
- Zych M., Denisow B., Gajda A., Kiljanek T., Kramarz P., Szentgyörgyi H. 2018. Narodowa Strategia Ochrony Owadów Zapyłających. Greenpeace, Warszawa.

Rozdział 3

Planowanie w leśnictwie (urządzanie lasu) sprzyjające owadom zapylającym

3.1. Ochrona owadów zapylających w lasach w zakresie urządzania lasu

Janusz Bańkowski, Stanisław Miścicki

Wstęp*

Jesteśmy obecnie świadkami głębokich zmian w środowisku przyrodniczym, skutkujących drastycznym zmniejszeniem różnorodności biologicznej w skali globalnej. Za kryzys bioróżnorodności w dużej mierze odpowiadamy my – ludzie. Przez ostatnie 100 lat czterokrotnie zwiększyliśmy swoją liczbę, a tylko w ciągu ostatnich dwunastu lat przybyło nas jeden miliard (obecnie Ziemię zamieszkuje 7,7 mld ludzi). Działania człowieka prowadzą często do niszczenia siedlisk przyrodniczych i ich fragmentacji. Te dwa procesy, wynikające głównie z postępującej urbanizacji i intensyfikacji produkcji rolniczej, według Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody (International Union for Conservation of Nature, IUCN), są w największym stopniu odpowiedzialne za ginienie wielu gatunków roślin i zwierząt. Ostatni specjalny raport, opracowany przez Międzypaństwową Platformę Naukowo-Polityczną w sprawie Różnorodności Biologicznej i Funkcjonowania Ekosystemów (IPBES) na zlecenie ONZ (2019), alarmuje, że zagrożona jest jedna czwarta gatunków, a blisko milion wymrze w ciągu najbliższych dekad.

* Opracowano na podstawie referatu M. Kadej, J. Bańkowski, *Planowanie urzędzeniowe w ochronie owadów zapylających*, wygłoszonego na Konferencji „Las środowiskiem owadów zapylających”, Łomża, 24–25 IX 2019 r.

Niepokojące informacje o ujemnych trendach w obrębie wielu grup organizmów żywych zawierają publikacje naukowe podsumowujące wieloletnie badania międzynarodowych zespołów. Jedną z takich grup są owady (Hallmann i in. 2019, Homburg i in. 2019, Forister i in. 2019). Stanowią one najliczniejszą gromadę wśród zwierząt zasiedlających środowiska lądowe. W samej tylko Polsce wykazano dotychczas około 27 tys. gatunków owadów (Andrzejewski i Weigle 2003). Spełniają one różnorodne funkcje w ekosystemach (tzw. usługi ekosystemowe), w tym jakże ważną, zarówno z perspektywy różnorodności biologicznej, jak i gospodarczej, funkcję zapylania. Niestety, intensyfikacja rolnictwa, w Europie polegająca głównie na zwiększaniu ilości środków chemicznej ochrony roślin, negatywnie oddziałuje także na tę grupę zwierząt. Niegdyś przyjazne zapylaczom tereny wiejskie obecnie nie sprzyjają ich egzystencji, podobnie jak wielu innym grupom organizmów, np. ptakom. Spora część z nich zmuszona jest zajmować siedliska stwarzające lepsze warunki do życia, jakimi często dziś stają się np. miasta (Hall i in. 2016, Sikora i in. 2018). Ograniczona w miastach możliwość stosowania środków chemicznych oraz często większa liczba różnorodnych siedlisk powodują, że wiele gatunków paradoksalnie właśnie na terenach miejskich znajduje azyl (McFrederick i LeBuhn 2006, Gunnarsson i Federsel 2014, Baldock i in. 2015, Hall i in. 2016). Podobnie siedliska o charakterze leśnym mogą stanowić bardzo ważne obszary dla ochrony i zachowania witalnych populacji wielu gatunków, w tym np. owadów zapylających (Bailey i in. 2014, Wray i in. 2014, Hanula i in. 2016, Foster i in. 2019).

Powszechna jest opinia, że mamy bardzo ograniczoną wiedzę o zróżnicowaniu gatunkowym, warunkach bytowania czy działaniach mogących wspomagać zapylacze w środowisku leśnym. Brakuje badań nad ekologią zapylaczy w lasach (Rivers i in. 2018). Nieliczne w tym zakresie publikacje naukowe potwierdzają znaczenie lasów i wszelkich obszarów zadrzewionych dla przetrwania wielu gatunków owadów. Znajdują one tam dogodne warunki do rozwoju czy przetrwania niekorzystnych czynników środowiskowych w okresie hibernacji zimowej. Do tej grupy należą saproksyliczne gatunki chrząszczy (np. Scarabaeidae, Cerambycidae), muchówek (np. Tipulidae, Syrphidae) czy błonkówek (np. *Xylocopa* spp., niektóre gatunki *Bombus* spp.), których stadia młodociane rozwijają się w próchnowiskach starych, martwych drzew. Jeszcze inni autorzy wskazują obszary leśne jako te, które z uwagi na większą różnorodność źródeł pokarmu, w porównaniu z typowymi jednogatunkowymi uprawami rolnymi, służą nie tylko zakładaniu gniazd, ale także gromadzeniu pokarmu (Wray i in. 2014). Znamienne bywa to, że liczba gatunków zapylaczy na terenach rolnych jest pozytywnie skorelowana z położeniem obszarów uprawnych, w tym sadów, w bezpośrednim sąsiedztwie zadrzewień (Watson i in. 2011, Bailey i in. 2014, Wray i in. 2014, Foster i in. 2019).

Leśne zapylacze są na ogół lepiej reprezentowane w lasach prześwietlonych niż w tych o bardziej zwartej strukturze (Fye 1972). Temperatura i ilość światła są najważniejszymi czynnikami abiotycznymi wpływającymi na ich aktywność (Herrera

1997, Polatto i in. 2014). Powstające w naturalny sposób luki i przerzedzenia, których odnawianie nie ma uzasadnienia gospodarczego, mogą być atrakcyjnymi miejscami dla zapylaczy, szczególnie po wprowadzeniu odpowiednich gatunków roślin stanowiących ich pożytki. Dla pszczołowych gniazdujących w ziemi korzystne są ponadto niejednolita struktura gruntu oraz ekspozycja gleby na słońce (Vaughan i in. 2015). Mając to na uwadze, można stwierdzić, że nasłonecznione luki w drzewostanie sprzyjają obecności zapylaczy na terenach leśnych (Wojcik i Buchmann 2012). W uzasadnionych przypadkach także zaplanowane działania o charakterze przerzedzania struktury lasu (zrąb, silna trzebież) mogą skutkować korzystnym wpływem na zapylacze (Romey i in. 2007, Breland 2015, Hanula i in. 2015).

W warunkach gospodarki leśnej prowadzonej w Lasach Państwowych można rozważyć pozostawianie fragmentów powierzchni leśnej bez odnowienia, czy to w ramach planowego użytkowania rębnego, czy też porządkowania powierzchni leśnej po zaburzeniach i katastrofach (powierzchnie wczesnosukcesyjne). Lasy Państwowe mają już za sobą okres, w którym starano się za wszelką cenę zalesić każdą powierzchnię. Śródleśne polany mogą być nie tylko cennymi łąkowymi siedliskami przyrodniczymi, ale także siedliskami zapylaczy. Znaczenia muszą nabrać terminy koszenia łąk, ale również innych prac związanych z pielęgnacją gleby w procesie odnowieniowym.

Obszary pozbawione gęstej pokrywy koron drzew stwarzają dogodne warunki mikroklimatyczne dla większości zapylaczy, a także charakteryzują się większym bogactwem roślin kwiatowych stanowiących źródło pokarmu (nektar, pyłek) dla tych owadów (Korpela i in. 2015). W związku z tym także drogi leśne mogą stanowić siedliska zapylaczy. Pobocza dróg i tereny pod liniami energetycznymi są nie tylko miejscem występowania roślin żywicielskich dla larw wielu gatunków, m.in. motyli, ale też odgrywają ważną rolę korytarzy migracyjnych, zwłaszcza dla gatunków o ograniczonych zdolnościach dyspersji (Skórka i in. 2013). Celowe działania gospodarcze polegające na odsłanianiu pasa drogowego i utrzymaniu skrajni są podstawowym zadaniem z zakresu utrzymania dróg leśnych przedłużającym okres ich eksploatacji, a jednocześnie poprawiającym warunki życiowe zapylaczy. Przez kompleksy leśne będące w zarządzie Lasów Państwowych przebiegają linie energetyczne o łącznej powierzchni 16,5 tys. ha (BDL 2019). W latach 2013–2015 Instytut Badawczy Leśnictwa realizował temat badawczy Nr BLP-407 „Inwentaryzacja przyrodnicza gruntów w zarządzie Lasów Państwowych przebiegających pod liniami elektroenergetycznymi na obszarze pilotażowym i opracowanie koncepcji ich zagospodarowania dla celów gospodarki leśnej i ochrony przyrody”. Inwentaryzacja była nastawiona na wskazanie cennych siedlisk przyrodniczych oraz stanowisk gatunków roślin, grzybów i zwierząt objętych ochroną prawną. W podsumowaniu wyników badań autor, dr inż. Wojciech Gil, wraz z zespołem wskazali, że z punktu widzenia różnorodności biologicznej tereny pod liniami elektroenergetycznymi są zaskakująco bogate, a często bogatsze niż obszary przylegających do nich drzewostanów. Odpowiedni dobór krzewów do

zakładanych remiz oraz ograniczanie sukcesji roślinności drzewiastej na terenach pod liniami, porośniętych krzewinkami owoco- i nektarodajnymi, stwarza możliwości wykorzystania tych terenów do produkcji ubocznej (zbiór owoców runa), np. przez okolicznych mieszkańców lub turystów. Takie zagospodarowanie terenu pod linią zwiększa również walory krajobrazowe terenu.

Kolejnymi obiektami w ekosystemach leśnych, które można kształtować tak, aby miały bogaty skład gatunkowy drzew i krzewów oraz wielowarstwową budowę, są granice rolno-leśne. Ekotony z udziałem licznych gatunków pożytkowych dla pszczoł stwarzają dogodne warunki dla większości zapylaczy, zwiększając lokalną bioróżnorodność. W tym zakresie zmieniło się podejście w planowaniu urządzeniowym. W poprzednich latach dążono do pozostawiania wzdłuż wybranych dróg publicznych fragmentów drzewostanów bez użytkowania. Dziś zaczyna się dostrzegać, że zbyt stare drzewa rosnące w pobliżu dróg mogą stwarzać zagrożenie. Dlatego planuje się tworzenie w tych miejscach ekotonu, którego skład gatunkowy będzie zaplanowany od początku jego powstania. Również w kompleksie leśnym istnieją możliwości różnicowania budowy pionowej drzewostanów pod kątem zwiększania bioróżnorodności. Według Ceitela i in. (2006) powierzchnia odnowienia na gniazdach powinna być mniejsza niż całkowita powierzchnia manipulacyjna. Autorzy ci, przybliżając „sposób Mortzfeldta” przebudowy składu gatunkowego drzewostanów, zalecali przygotowanie gleby w odległości 1,5–2 m od granicy północnej i 3–3,5 m od granicy południowej gniazda. Przy wielkości gniazd 8–12 arów daje to 6–10 arów powierzchni uprawy. Na skraj gniazd można wprowadzać gatunki pożytkowe dla pszczoł.

Mówiąc o gatunkach roślin stanowiących pożytki dla pszczoł, bierze się pod uwagę wyłącznie gatunki rodzime. Badania potwierdzają, że większa liczba zapylaczy występuje na roślinach rodzimych gatunków aniżeli gatunków obcego pochodzenia (Salisbury i in. 2015). W podrozdziale 3.2. przedstawiono gatunki drzew, krzewów i roślin zielnych, które mogłyby wzbogacić bazę pokarmową zapylaczy. Wskazano, jakie warunki byłyby najlepsze dla tych roślin, a także jakie są możliwe sposoby ich wprowadzenia do drzewostanów. Przykłady takich gatunków, wraz z podaniem ich preferencji siedliskowych, podano w tabeli 3.1.

W ekosystemach leśnych baza pokarmowa dla owadów zapylających może być ograniczona. Podejmując działania ze względu na potrzeby tej grupy organizmów, trzeba zapewnić miejsca do zimowania, gniazdowania (odsłonięta, nasłoneczniona gleba, stare martwe drzewa itp.), dostęp do wody i bazy pokarmowej. Wszelkie działania powinny być poprzedzone analizą możliwości występowania wszystkich elementów niezbędnych do spełnienia tych wymagań. Siedliskami leśnymi, które z naturalnych względów mają w tym zakresie ograniczenia, są:

- siedliska borów suchych, borów świerkowych, kwaśnych buczyn – jako ubogie w roślinność zielną;
- monokultury sosnowe i świerkowe;

Tabela 3.1. Zalecane do wprowadzenia do drzewostanów wybrane gatunki roślin pożytkowych z uwzględnieniem ich preferencji siedliskowych i wymagań świetlnych

Gatunek rośliny		Grupa typów siedliskowych lasu	Wymagania świetlne
Nazwa polska	Nazwa łacińska		
Drzewa: gatunki docelowe			
Lipa drobnolistna	<i>Tilia cordata</i>	LŚ LW SW SG	

Drzewa: gatunki domieszkowe			
Grusza pospolita	<i>Pyrus pyraeaster</i>	LŚ LW	

Krzewy:			
Kruszyna pospolita	<i>Frangula alnus</i>	BŚ BW LW	2,3,4

Rośliny zielne:			
Bluszcz pospolity	<i>Hedera helix</i>	LŚ LW SW SG	1 do 4
Bodziszek	<i>Geranium sp.</i>	LŚ LW SW SG	5
Borówka bagienna	<i>Vaccinium uliginosum</i>	BW SW SG	3 do 5
Borówka brusznica	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	BŚ BW	3 do 5
Borówka czarna	<i>Vaccinium myrtillus</i>	BŚ BW	1 do 5
Chaber driakiewnik	<i>Centaurea scabiosa</i>	LŚ SW	5
Chaber łąkowy	<i>Centaurea jacea</i>	LŚ SW SG	5
Chmiel	<i>Humulus lupulus</i>	LW	4, 5
Ciemniężyk biało-kwiatowy	<i>Vincetoxicum officinale</i>	LŚ SW	4,5
Poziomka pospolita	<i>Fragaria vesca</i>	LŚ SW SG	3 do 5
Pszeniec gajowy	<i>Melampyrum nemorosum</i> L.	LŚ	3 do 5
Pszeniec zwyczajny	<i>Melampyrum pratense</i>	BŚ	2 do 5

Wymagania świetlne: od 1 – gatunki cienioznośne do 5 – gatunki światłoządne.

Grupy typów siedliskowych lasu: LŚ – siedliska nizinne lasowe świeże, LW – siedliska nizinne lasowe wilgotne, BŚ – siedliska nizinne borowe świeże, BW – siedliska nizinne borowe wilgotne, SW – siedliska wyżynne, SG – siedliska górskie.

- żyzne postacie grądów, żyzne buczyny z wyraźną sezonowością, z atrakcyjnym pod względem ilości kwitnących pożytków aspektem wiosennym i długim okresem ograniczonych pożytków, po rozwoju gęstego sklepienia liści;
- drzewostany wchodzące w okres odnowienia (klasy odnowienia), z gęstym podrostem pochodzenia naturalnego.

Ochrona owadów zapylających w Instrukcji urządzania lasu

Instrukcja urządzania lasu (IUL), w „Zasadach ogólnych”, począwszy od 1993 r. (IUL przygotowana na potrzeby trzeciej rewizji planów urządzenia lasu) w sposób niewiele się różniący prezentuje: „Cel i zadania planowania urzędzeniowego”. Wcześniejsze IUL, począwszy od instrukcji z 1957 roku (pierwsza powojenna instrukcja przygotowywana na potrzeby urządzania definitywnego), poprzez instrukcje z lat 1970 i 1980, kładły nacisk na funkcje produkcyjne. Wskazywały, że głównym zadaniem gospodarki leśnej jest utrzymanie trwałości produkcji i ciągłości użytkowania. Ochrona przyrody była realizowana w najcenniejszych kompleksach zaliczanych do rezerwatów przyrody lub też w wyodrębnianych w większe powierzchniowo jednostki parkach narodowych. Wyróżniano wprawdzie grupy lasów ochronnych i gospodarczych, ale dopiero Ustawa o lasach z 1991 roku „wprowadziła po raz pierwszy w polskim ustawodawstwie leśnym zasadę równorzędności, a nawet nadrzędności środowiskotwórczej roli lasu nad funkcją produkcyjną” (Przybylska 2005).

Urządzenie lasu polega na opracowaniu planu organizacji gospodarstwa leśnego (nadleśnictwa lub obrębu leśnego) obowiązującego w określonym czasie. Plan ten sporządza się zgodnie z wymaganiami prawa i trwale zrównoważonej gospodarki leśnej, z uwzględnieniem oczekiwań społecznych w kwestii ochrony środowiska i racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody (Instrukcja urządzania lasu 2012). Cele planowania osiąga się poprzez realizację zadań wynikających m.in. z kierunkowych wytycznych. Takie wytyczne powinny zostać rozszerzone o działania związane ze zwiększaniem różnorodności biologicznej lasu, w tym tworzeniem odpowiednich warunków bytowania dla zapylaczy.

Jednym z podstawowych składników planu urządzenia lasu jest opis taksacyjny lasów i gruntów przeznaczonych do zalesienia według stanu na 1 stycznia pierwszego roku jego obowiązywania (Instrukcja urządzania lasu 2012). Jego elementem jest opis siedliska leśnego z uwzględnieniem m.in. pokrywy gleby i runa leśnego. Do oceny atrakcyjności lasu dla zapylaczy można go poszerzyć o opis występowania roślin runa leśnego stanowiących pożytki dla zapylaczy oraz o szacunkową ocenę występowania odpowiedniej jakości – dla tej grupy organizmów – drewna martwych drzew.

- Propozycja opisu roślin runa leśnego stanowiących pożytki dla pszczół:
 - 1 – brak lub pojedyncze, do < 5% pokrycia,
 - 2 – pokrycie od 5% do < 25%,
 - 3 – pokrycie od 25%.
- Propozycja opisu występowania martwych drzew atrakcyjnych dla właściwej grupy zapylaczy. Za takie uznaje się drzewa stojące lub leżące gatunków liściastych, kłody o minimalnej długości 2 m i minimalnej średnicy w środku 20 cm, na powierzchni 1 hektara:
 - 1 – brak,
 - 2 – pojedynczo 1–2 sztuki,
 - 3 – 3 lub więcej sztuk.

Podobny opis powinien być wprowadzony dla gruntów nieleśnych, zadrzewionych i zakrzewionych oraz gruntów związanych z gospodarką leśną. Dla tych kategorii gruntów dodatkowo powinno się opisywać występowanie gatunków krzewów stanowiących pożytki dla zapylaczy.

- Propozycja opisu gatunków krzewów stanowiących pożytki dla pszczół:
 - 1 – brak lub pojedyncze, do < 5% pokrycia,
 - 2 – pokrycie od 5% do < 25%,
 - 3 – pokrycie od 25%.

Prace urzędzeniowe poprzedzane są konsultacjami społecznymi, które przybierają postać otwartych spotkań, obecnie nazywanych Komisjami Założeń Planu. Prezentowane tam problemy ujmowane są w postaci wytycznych, które stanowią podstawę do wykonania planu urzędzenia lasu. Wskazując grupy społeczne zainteresowane wytycznymi do planowania urzędzeniowego, powinno się uwzględniać m.in. organizacje zrzeszające pszczelarzy. Ich uwagi i wnioski powinny być brane pod rozwagę.

Wykonawca planu urzędzenia lasu jest zobowiązany uwzględnić zapisy planów ochrony czy też planów zadań ochronnych sporządzanych dla Obszarów Natura 2000 w programie ochrony przyrody, który jest nieodłącznym elementem planu urzędzenia lasu. Możliwe jest również zapisanie w tym planie działań ochronnych, które po uzgodnieniu z dyrektorem RDOŚ zastępują plany zadań ochronnych. Działania takie wskazuje się dla siedlisk przyrodniczych stanowiących przedmioty ochrony w Obszarach Natura 2000, również dla siedlisk nieleśnych. Mając na uwadze ochronę zapylaczy, należy przy planowaniu działań ochronnych związanych z koszeniem łąk wpisywać odpowiednie terminy ich wykonywania, przypadające na okres po przekwitnięciu roślin.

Przy sporządzaniu planu urzędzenia lasu w coraz szerszym zakresie wykorzystuje się dane teledetekcyjne, przede wszystkim fotogrametryczne, a od kilku lat również lotniczy skaning laserowy. Takie materiały mogą również służyć do oceny atrakcyjności lasu dla zapylaczy. Jest co najmniej kilka parametrów określających udział luk

(wolnych przestrzeni) pomiędzy drzewami czy „ażurowość” drzewostanu. Metody te powinny być wykorzystywane przy sporządzaniu planu urządzenia lasu.

Kierunkowe wytyczne w zakresie ochrony leśnych zapylaczy

Działania w lesie powinny prowadzić do stworzenia warunków do bytowania w nim różnych gatunków zapylaczy, i to nie tylko do ich zimowania, ale również gniazdowania i zdobywania pożywienia. Działania te powinny modyfikować prowadzoną gospodarkę leśną, a w efekcie zwiększać różnorodność biologiczną. W dużym uproszczeniu można powiedzieć, że dąży się do doświetlenia dna lasu w wybranych jego fragmentach.

Zachodzące zmiany klimatyczne powodują konieczność przekształcania i adaptacji lasów do tych zmian. Według Branga i in. (2014) należy uwzględnić sześć głównych zasad postępowania hodowlanego składających się na tę adaptację (Brang i in. 2014):

- 1) zwiększanie różnorodności gatunkowej drzewostanów,
- 2) zwiększanie różnorodności strukturalnej drzewostanów,
- 3) zachowanie i zwiększanie wewnątrzgatunkowej zmienności genetycznej,
- 4) zwiększanie odporności poszczególnych osobników na stropy o charakterze biotycznym,
- 5) przebudowa drzewostanów odznaczających się wysokim poziomem ryzyka powstania różnego rodzaju szkód,
- 6) niedopuszczanie do nadmiernego zwiększenia zasobności drzewostanów.

Realizacja części z tych postulatów będzie sprzyjała zapylaczom, w tym zwłaszcza zwiększanie różnorodności gatunkowej z uwzględnieniem korzyści dla pszczoł, różnicowanie struktury drzewostanów i utrzymywanie niezbyt dużego zwarcia koron drzew, jako uzewnętrznienia ograniczania nadmiernej zasobności drzewostanów.

Przedstawione wyżej zasady postępowania hodowlanego powinny być przestrzegane w sposób ciągły. W powstających planach urządzenia lasu konieczne jest zatem wskazanie tych wytycznych (niekiedy dość szczegółowych), aby były uwzględniane w działaniach gospodarczych w okresie obowiązywania planu. Wytyczne te są następujące:

- Wykorzystanie istniejących lub odtwarzanie zanikających w wyniku sukcesji naturalnej łąk śródleśnych. Dostosowanie terminów ich koszenia do biologii owadów.
- Pozostawianie bez uproduktywienia naturalnie powstających luk i przerzedzeń, wzbogacanie ich jednocześnie w pożytki dla zapylaczy.

- Pozostawianie bez uproduktywienia naturalnych oczek wodnych i powierzchni zabagnionych.
- Tworzenie powierzchni otwartych o różnej wielkości, mające na celu kreowanie odpowiednich warunków do odnowienia różnych gatunków drzew o zróżnicowanych wymaganiach świetlnych. Celem jest implementacja zasady zwiększania różnorodności gatunkowej drzewostanów.
- Tworzenie tzw. gniazd biocenotycznych, o wielkości dochodzącej do 5% odnawianej powierzchni, z zastosowaniem drzew i krzewów nektaro- i pyłkodajnych.
- Pozostawianie w postaci wczesnosukcesyjnej fragmentów drzewostanów pozbawionych drzew lub rosnących w niewielkim zagęszczeniu, z wykorzystaniem miejsc po zaburzeniach spowodowanych czynnikami bio- lub abiotycznymi, a w przypadku braku lub niewielkiego udziału powierzchni takich miejsc – kształtowanie ich w ramach celowych zabiegów hodowlanych.
- Zwiększenie w drzewostanach, na etapie odnowienia, udziału i zróżnicowania gatunków biocenotycznych, stanowiących pożytki dla zapylaczy (drzewa, krzewy, rośliny zielne – pakiety biocenotyczne).
- Utrzymywanie przez cały okres życia drzewostanu domieszki drzewiastych gatunków biocenotycznych, także tych o niewielkim znaczeniu produkcyjnym.
- Tworzenie ekotonów na granicy rolno-leśnej przez zmniejszanie zwarcia drzew w pasie 15–30 m od brzegu lasu i wprowadzenie odpowiednich gatunków krzewiastych z domieszką biocenotycznych gatunków drzewiastych.
- Różnicowanie budowy pionowej i struktury gatunkowej wewnątrz drzewostanów, z wykorzystaniem procesów odnowieniowych na gniazdach.
- Podejmowanie działań z zakresu utrzymania dróg leśnych do wzbogacania odsłoniętych poboczy w pożytki dla zapylaczy; w przypadku odpowiednio szerokiego pasa drogowego tworzenie brzegowego pasa drzewostanu (podobnie jak przy rozbudowie ekotonów na granicy lasu), zwłaszcza na brzegu dobrze oświetlonym lub pełniącym funkcję ochrony przed wiatrem.
- Określenie warunków siedliskowych pod kątem wykorzystania linii energetycznych do zakładania remiz lub pokrycia przez gatunki krzewiaste w celu wzbogacenia bazy pokarmowej zapylaczy.
- Utrzymywanie dynamicznego charakteru typu drzewostanu, przyjętego w planie urządzenia lasu, ze względu na obserwacje wykorzystywania na danym terenie gatunków drzew (i krzewów) przez zapylacze, a także z uwagi na postęp wiedzy o biologii tych owadów.
- Ustalenie intensywności i terminów wykonywania prac z zakresu pielęgnacji gleby, upraw i drzewostanów.

Podsumowanie

„Lasy Państwowe, będąc świadome zagrożen, a także odpowiedzialności za tę część środowiska, którą im powierzono, postanowiły włączyć się w ochronę owadów zapylających realizacją projektu «Pszczoly wracają do lasu», czyli do środowiska pierwotnego ich bytowania. Głównym celem projektu była szeroko rozumiana ochrona pszczół i innych owadów zapylających. Realizacja projektu, poprzez odpowiedź na pytanie, w jaki sposób doskonalic gospodarkę leśną, aby las stał się na powrót środowiskiem pszczół, stwarza możliwość poprawy bazy pokarmowej pszczół, a jednocześnie może przyczynic się do zwiększenia różnorodności gatunkowej roślin owadopylnych występujących na terenach leśnych. Obecność pszczół w środowisku leśnym wpłynie na lepsze plonowanie roślin, zwiększenie bazy pokarmowej innych zwierząt, a co za tym idzie – na większą stabilność ekosystemów leśnych...” – napisał kierownik projektu dr inż. Kazimierz Szabla w referacie przygotowanym na konferencję zorganizowaną 13 października 2018 roku przez Uniwersytet Rolniczy w Krakowie „Pszczoly ludziom, ludzie pszczołom”. Opracowane w ramach projektu „Zalecenia dla gospodarki leśnej z zakresu planowania urzędzeniowego” są propozycją wprowadzenia tych zapisów do obowiązującej Instrukcji urządzania lasu (2012).

3.2. Gatunki drzew, krzewów i roślin zielnych do nasadzeń lub wysiewu w różnych siedliskowych typach lasu

Magdalena Frączek, Jerzy Szwagrzyk, Jan Bodziarczyk

W składzie gatunkowym lasów Polski przeważają gatunki drzew, których przydatność dla zapylaczy jest niewielka. Drzewa wykorzystywane przez pszczołowate jako źródło nektaru i pyłku występują zwykle jako mało liczne domieszki (Czerepko 2008). Obecny skład gatunkowy lasów Polski został ukształtowany zarówno przez czynniki środowiskowe (większość lasów porasta ubogie piaszczyste gleby, gdzie naturalnym dominantem jest sosna pospolita), jak i przez surowcowe nastawienie gospodarki leśnej. W efekcie, oprócz wspomnianej sosny pospolitej, protegowano również świerka pospolitego, a z gatunków liściastych przede wszystkim dęby. Gatunki stanowiące źródło obfitego pożytku dla pszczół, jak lipy czy leśne drzewa owocowe, nie były przedmiotem zainteresowania leśnictwa nastawionego na produkcję surowca drzewnego. Prowadzona obecnie wielofunkcyjna gospodarka leśna musi się nadal zmagać z dziedzictwem leśnictwa surowcowego, ponieważ zmiana składu gatunkowego drzewostanów to proces rozciągający na dziesięciolecia. W ostatnich 50 latach nastąpiły znaczne zmiany w składzie

gatunkowym drzewostanów. Zmalał nieco udział sosny i świerka, zwiększył się udział gatunków liściastych (Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasów 2018). Udział gatunków drzew ważnych dla zapylaczy zmienił się jednak w niewielkim stopniu. Wzrost udziału tych gatunków wymaga aktywnego działania ze strony leśników, od produkcji sadzonek w szkółkach poprzez popieranie tych gatunków w czyszczeniach i trzebieżach, aż po zostawianie starszych drzew tych gatunków jako źródła nasion.

O ile skład gatunkowy drzewostanów pozostaje pod przemożnym i bezpośrednim wpływem gospodarki leśnej, o tyle warstwa krzewów oraz runo leśne kształtują się w znacznej mierze w sposób spontaniczny. Poza wprowadzaniem podszytów na uboższych siedliskach leśnicy nie prowadzili w tym zakresie celowych działań. Jednak wpływy pośrednie gospodarki leśnej są znaczące zarówno w odniesieniu do warstwy krzewów, jak i do runa leśnego. Działalność leśnika w lesie w ogromnej mierze polega na kształtowaniu warunków świetlnych. Od doboru składu gatunkowego i więzby upraw, poprzez czyszczenia i trzebieże, po cięcia odnowieniowe leśnik reguluje ilość światła dopływającego do poszczególnych warstw lasu. W ten sposób, wykonując zabiegi w warstwie drzew, pośrednio wpływa zarówno na skład gatunkowy, jak i zwarcie roślinności niższych warstw lasu, a najbardziej na możliwości kwitnienia rosnących tam gatunków. Ponieważ nasze drzewostany są na ogół zwarte (WISL 2018), ilość światła docierającego do warstwy podszytu i runa leśnego jest zazwyczaj mocno ograniczona, co redukuje zarazem bazę pokarmową owadów zapylających. Utrzymywanie drzewostanów przez większą część życia drzew w pełnym zwarciu jest trwałym dziedzictwem leśnictwa surowcowego; w ten sposób przyspiesza się oczyszczanie drzew z dolnych gałęzi i promuje się drzewa o prostych, wysokich pniach, mające dać w przyszłości surowiec tartaczny wysokiej jakości. O ile tego typu strategia sprzyja produkcji surowca drzewnego, o tyle dla pszczołowatych jest ona bardzo niekorzystna. Podszyt, w którym występuje wiele gatunków będących źródłem nektaru i pyłku, na ogół bywa słabo rozwinięty. A nawet jeżeli jest go więcej, to tworzące go krzewy kwitną skąpo albo nie kwitną w ogóle ze względu na małą dostępność światła. Podobnie jest z roślinnością runa leśnego. W wielu miejscach jest ono bardzo słabo rozwinięte, a nawet tam, gdzie pokrywa całkowicie dno lasu, składa się głównie z gatunków cieniowytrzymałych, które rozmnażają się głównie w sposób wegetatywny, a kwitną rzadko i mają zwykle niewiele kwiatów.

Nie tylko zatem w przypadku drzew, ale także w odniesieniu do krzewów i roślin runa leśnego jest w lesie sporo do zrobienia. W tabeli 3.2 przedstawiono wybór gatunków, na których należałoby się skupić w celu poprawy warunków bytowania owadów zapylających w naszych lasach. Wybrane przez autorów i zamieszczone na liście rośliny reprezentują rodzime gatunki leśne lub gatunki pośrednio związane z terenami leśnymi. Starano się unikać gatunków obcego pochodzenia ze względu na kontrowersje związane z ich wprowadzaniem do zbiorowisk leśnych. Nasza rodzima flora jest wystarczająco bogata, żeby zapewnić warunki bytowania w lesie pszczołom i dzikim zapylaczom.

Tabela 3.2. Wybrane gatunki roślin do nasadzeń lub wysiewu zapewniających ciągłość pokarmową pszczół

Nazwa polska	Gatunek		Kwitnienie	Zbiorowisko	Siedliskowy typ lasu	Zabiegi i zalecenia
	Nazwa łacińska					
Drzewa						
Czeremcha zwyczajna	<i>Padus avium</i>		IV–V	Lasy łąkowe ze związku <i>Alno-Ulmion</i>	Lł, OJl	Na granicy lasów, przy drogach leśnych, przy liniach oddziałowych, wokół enklaw śródleśnych, na krawędziach linii energetycznych, nasadzenia w luźnej więźbie (4 m × 5 m)
Jarząb pospolity	<i>Sorbus aucuparia</i>		V–VI	Głównie zbiorowiska borowe z rzędu <i>Vaccinio-Piceetalia</i> , siedliska otwarte, gatunek pionierski	wszystkie, z wyjątkiem: Bs, Bb, BMb, Lł, OJl	Na granicy lasów, przy drogach leśnych, przy liniach oddziałowych, wokół enklaw śródleśnych, na krawędziach linii energetycznych, nasadzenia w luźnej więźbie (3 m × 3 m)
Jawor	<i>Acer pseudoplatanus</i>		V	Gatunek charakterystyczny dla lasów ze związku <i>Tilio platyphyllo-Acerion pseudoplatani</i> , generalnie częsty w zespołach ze związku <i>Fagion</i>	Ig, Lśw, Lłg	Na granicy lasów, przy drogach leśnych, przy liniach oddziałowych, wokół enklaw śródleśnych, na krawędziach linii energetycznych, nasadzenia w luźnej więźbie (4 m × 5 m)

Klon polny	<i>Acer campestre</i>	V	W fitosociologii gatunek charakterystyczny dla klasy <i>Quercus-Fagetea, Rhamno-Prunetea</i> oraz charakterystyczny i wyróżniający dla zespołu <i>Galio-Carpinetum</i> (regionalnie)	Lśw, Lw, Lłg	Na granicy lasów, przy drogach leśnych, przy liniach oddziałowych, wokół enklaw śródleśnych, na krawędziach linii energetycznych, nasadzenia w luźnej więźbie (3 m × 4 m)
Klon pospolity	<i>Acer platanoides</i>	IV–V	W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla klasy <i>Quercus-Fagetea</i> i gatunek wyróżniający dla zespołu <i>Aceri platanoidis-Tilietum</i> . W Polsce zazwyczaj rośnie w lasach mieszanym z bukiem i lipą	Lśw, Lw, Lg	Na granicy lasów, przy drogach leśnych, przy liniach oddziałowych, wokół enklaw śródleśnych, na krawędziach linii energetycznych, nasadzenia w luźnej więźbie (4 m × 5 m)
Lipa drobnolistna	<i>Tilia cordata</i>	VI–VII	Głównie grądy. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla związku <i>Carpinion</i> i gatunek wyróżniający dla zespołu <i>Aceri-Tilietum</i>	Lśw, LMśw, Lw, LMw, Lwyz, LMwyz	Na granicy lasów, przy drogach leśnych, przy liniach oddziałowych, wokół enklaw śródleśnych, na krawędziach linii energetycznych, nasadzenia w luźnej więźbie (4 m × 5 m)
Lipa szerokolistna	<i>Tilia platyphyllos</i>	VI	W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla związku <i>Tilio-platyphyllo-Acerion pseudoplatani</i> i zespołu <i>Aceri platanoidis-Tilietum platyphyllo</i>	Lśw, LMśw, Lw, LMw, Lg, Lwyz, LMwyz	Na granicy lasów, przy drogach leśnych, przy liniach oddziałowych, wokół enklaw śródleśnych, na krawędziach linii energetycznych, nasadzenia w luźnej więźbie (4 m × 5 m)

Tabela 3.2. cd.

Gatunek		Kwitnienie	Zbiorowisko	Siedliskowy typ lasu	Zabiegi i zalecenia
Nazwa polska	Nazwa łacińska				
Trześnia (wiśnia ptasia)	<i>Cerasus avium</i>	IV-V	Związek <i>Carpinion, Fagion</i>	Lśw, LMśw, Lw, LMw, Lg, Lwyz, LMwyz	Na granicy lasów, przy drogach leśnych, przy liniach oddziałowych, wokół enklaw śródleśnych, na krawędziach linii energetycznych, nasadzenia w luźnej więźbie (4 m × 5 m)
Wierzba biała, wierzba krucha	<i>Salix alba, Salix fragilis</i>	III-V	Klasa <i>Salici-Populetum</i>	Lł	Wzdłuż cieków wodnych, nad brzegami zbiorników wodnych (3 m × 4 m), żywokoły
Wierzba iwa	<i>Salix caprea</i>	III-IV	Klasa <i>Quercu-Fagetea</i>	Lśw, LMśw, Lw, LMw, Lg, Lwyz, LMwyz	Na granicy lasów, przy drogach leśnych, przy liniach oddziałowych, wokół enklaw śródleśnych, na krawędziach linii energetycznych, nasadzenia w luźnej więźbie (3 m × 4 m), żywokoły
Krzewy					
Kruszyna pospolita	<i>Frangula alnus</i>	V-VIII	Występuje w podszycie rozmaitych zbiorowisk leśnych, od suchych borów iglastych, poprzez różne lasy mieszane i liściaste, do bagiennych olsów. Rośnie także na torfowiskach i mokrych łąkach	BMśw, BMw, LMśw, LMw	Nasadzenia w strefie ekotonu kształtowanej do wnętrza drzewostanu, pod liniami energetycznymi

Berberys zwyczajny	<i>Berberis vulgaris</i>	V	Słoneczne wzgorza, zarośla, świetliste lasy liściaste i iglaste. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla związku <i>Berberidion</i>	Lśw, LMśw, Lwyz, LMwyz	Nasadzenia w strefie ekotonu kształtowanej do wnętrza drzewostanu, pod liniami energetycznymi
Kalina koralowa	<i>Viburnum opulus</i>	V-VI	Olszyny, brzegi lasów, miedze	Lśw, Lw, LMśw, LMw	Nasadzenia w strefie ekotonu kształtowanej do wnętrza drzewostanu, pod liniami energetycznymi
Leszczyna pospolita	<i>Corylus avellana</i>	II-IV	Buczyny, lasy dębowo-grabowe, sosnowo-dębowe	Lśw, Lw, LMśw, LMw, Lwyz, Lg	Nasadzenia w strefie ekotonu kształtowanej do wnętrza drzewostanu, pod liniami energetycznymi
Porzeczka agrest	<i>Ribes grossularia</i>	IV	Buczyny, łągi	LMśw, Lśw, Lw, Lwyz, Lg	Nasadzenia w strefie ekotonu kształtowanej do wnętrza drzewostanu, pod liniami energetycznymi
Porzeczka czarna	<i>Ribes nigrum</i>	IV-V	Olsy, łągi	LMb, OIj	Nasadzenia w strefie ekotonu kształtowanej do wnętrza drzewostanu, pod liniami energetycznymi
Śliwa tarnina	<i>Prunus spinosa</i>	IV-V	Zbiorowiska otulinowe, strefa ekotonu między lasem a łąką z klasy <i>Rhamno-Prenetea</i>	Lśw, LMśw, Lwyz, Lg	Nasadzenia w strefie ekotonu kształtowanej do wnętrza drzewostanu, pod liniami energetycznymi

Tabela 3.2. cd.

Gatunek		Kwitnienie	Zbiorowisko	Siedliskowy typ lasu	Zabiegi i zalecenia
Nazwa polska	Nazwa łacińska				
Wiciokrzew suchodrzew	<i>Lonicera xylosteum</i>	V–VI	Buczyny, łęgi, jaworzyny	Lśw, Lw, Lwyż, Lg	Nasadzenia w strefie ekotonu kształtowanej do wnętrza drzewostanu, pod liniami energetycznymi
Głóg sp.*	<i>Crataegus</i> sp.	V–VI	Zbiorowiska okrajkowe, zadrzewienia śródpolne, obrzeża lasów, przydroża. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla klasy <i>Rhamno-Prunetea</i>	Lśw, LMśw, Lwyż, Lg	Nasadzenia w strefie ekotonu kształtowanej do wnętrza drzewostanu, pod liniami energetycznymi, unikać odmian ozdobnych o pełnych kwiatach
Rośliny zielne					
Bluszcz pospolity	<i>Hedera helix</i>	VIII–X	Lasy liściaste z rzędu <i>Fagetalia</i>	Lśw, Lw, Lwyż, Lg	Nasadzenia w lasach i wokół infrastruktury LP
Dąbrówka rozłogowa	<i>Ajuga reptans</i>	V–VIII	Lasy liściaste z rzędu <i>Fagetalia</i>	Lśw, Lw, Lwyż, Lg	Transplantacja
Lebiodka pospolita	<i>Origanum vulgare</i>	VI–VIII	Świetliste zarośla, zwłaszcza nadrzeczne, widne lasy liściaste, suche wzgórza i zbocza. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla klasy <i>Trifolio-Geranietea</i>	LMśw, Lśw, Lwyż	Wysiew na zrębach, na obrzeżach, w miejscach dobrze nasłonecznionych (południowe zbocza)

Malina właściwa	<i>Rubus idaeus</i>	V–VIII	Lasy liściaste, zarośla, zręby, nasłonecznione zbocza. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla klasy <i>Epilobietea angustifolii</i> i zespołu <i>Rubetum idaei</i>	LMśw, LMw, Lśw, Lw, Lwyż, Lł, LMg, Lg	Transplantacja
Mięta długolistna	<i>Mentha longifolia</i>	VII–IX	Wilgotne łąki, brzegi cieków wodnych, rowy, wilgotne pola i polne drogi na glebach zawierających wapń i azot. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla związku <i>Agropyro-Rumicion crispi</i> i zespołu <i>Mentho longifoliae-Juncetum</i> oraz gatunek charakterystyczny i wyróżniający dla zespołu <i>Filipendulo-Menthetum longifoliae</i>	Lw, Lł, Ol, OlJ	Transplantacja, wysiew na odstłoniętych aluwiałach
Miodunka ćma	<i>Pulmonaria obscura</i>	III–V	Lasy liściaste oraz zarośla nadrzeczne. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla rzędu <i>Fagetalia</i>	Lśw, Lw, Lwyż, Lg, Lł	Transplantacja
Nawióc pospolita	<i>Solidago virga- aurea</i>	VII–IX	Polany, zarośla i widne lasy, miedze, suche łąki i wrzosowiska	BMśw, LMśw, BMwyż, Lwyż	Wysiew na zrębach, na obrzeżach, w miejscach dobrze nasłonecznionych (południowe zbocza)

Tabela 3.2. cd.

Nazwa polska	Gatunek		Kwitnienie	Zbiorowisko	Siedliskowy typ lasu	Zabiegi i zalecenia
	Nazwa łacińska					
Sadziec konopiasty	<i>Eupatorium cannabinum</i>	VII-IX	Brzegi wód i rowów, wilgotne łąki oraz skraje wilgotnych lasów, w zaroślach i zrębach. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla zespołu <i>Calystegio-Eupatorietum</i> i wyróżniającego dla związku <i>Atropion belladonnae</i>	Układy ekotonalne LM, L	Transplantacja na obrzeżach lasów i w większych lukach	
Krwawnica pospolita	<i>Lythrum salicaria</i>	VI-VIII	Mokre łąki, rowy, nadbrzeżne zarośla, moczary i brzegi wód. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla związku <i>Filipendulion</i> , zespołu <i>Lythro-Filipenduletum</i>	Lw, Lł, Ol, OIj	Transplantacja	
Wierzbówka kipyzyca	<i>Chamaenerion angustifolium</i>	VII-VIII	Skraje lasów, wiatrołomy, poręby, zwirowiska, nieużytki, przydroża, łąki i pastwiska, na siedliskach naturalnych – w lasach, głównie iglastych. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla klasy <i>Epilobetea angustifolii</i> , związku <i>Epilobion angustifolii</i> oraz zespołu <i>Senecioni-Epilobietum</i>	Zręby, obrzeża, układy ekotonalne LM, L	Transplantacja	

Zawilec gajowy	<i>Anemone nemorosa</i>	IV-V	Lasy liściaste, rzadziej w lasach mieszanych i iglastych oraz w zaroślach. Poza lasami spotykany jest także na łąkach i pastwiskach, w sąsiedztwie lasów lub w miejscach zacienionych. W klasyfikacji zbiorowisk roślinnych gatunek charakterystyczny dla lasów liściastych klasy <i>Quercus-Fageteta</i>	Lśw, Lw, LMśw, LMw, Lwyż, Lg	Transplantacja
-------------------	-----------------------------	------	---	---------------------------------	----------------

Wybrane gatunki charakteryzują się wysoką wydajnością nektarową lub pyłkową i mają duże znaczenie dla populacji zapylaczy, nie tylko dla pszczoły miodnej. Trzeba pamiętać o tym, że celem projektu „Pszczoły wracają do lasu” jest stworzenie w lasach warunków bytowania dla dużej i zróżnicowanej grupy gatunków zapylających rośliny, reprezentowanej przez pszczołę miodną. Wyboru gatunków dokonano w ten sposób, aby zapewnić dostępność pokarmu dla zapylaczy w trakcie całego sezonu. Priorytetem nie jest zwiększenie produkcji miodu w przyleśnych pasiekach, ale zapewnienie dobrych warunków do rozwoju rodzin pszczelich, a także dla dziko żyjących gatunków zapylaczy. Gatunki dostarczające bardzo dużej ilości nektaru w krótkim czasie, jak robinia akacjowa, są ważne dla produkcji miodu, ale ich rola dla długotrwałego bytowania pszczół i innych zapylaczy w środowisku leśnym pozostaje bardzo ograniczona.

Gatunki przedstawione na liście miałyby być wprowadzone na terenach administrowanych przez Lasy Państwowe. Nie ma zatem na tej liście gatunków typowych dla siedlisk terenów otwartych, ponieważ tego rodzaju tereny stanowią niewielki ułamek powierzchni na gruntach zarządzanych przez Administrację Lasów Państwowych. Nie znaczy to, że takich powierzchni nie należy wykorzystywać. Zarówno łąki śródleśne, jak i otoczenia budynków na terenach należących do ALP mogą i powinny być obsiewane mieszkami nasion roślin zapewniających długie i obfite kwitnienie. Warto jednak pamiętać o tym, że w zestawieniu z milionami hektarów lasów, którymi gospodarują Lasy Państwowe, są to powierzchnie nieduże. Nawet najlepsze ich zagospodarowanie niewiele zmieni w perspektywach długotrwałego przetrwania gatunków zapylających, o ile nie nastąpią zmiany w samych lasach.

Gatunki zamieszczone na liście występują w lasach w znacznie mniejszej liczbie, niż wskazują na to ich wymagania siedliskowe. Jak już wspomniano, zostały one ograniczone przez surowcową gospodarkę leśną. Rola biocenotyczna tych gatunków jest bardzo duża, o czym świadczy m.in. to, że są źródłem pokarmu dla zapylaczy. Dlatego oprócz wprowadzania tych gatunków do lasów, czego dotyczy niniejsze opracowanie, niezbędne są również zmiany w regułach gospodarowania w lasach, a konkretnie w zasadach urządzania, hodowli i ochrony lasu. Zagadnienia te zostały poruszone w podrozdziale 3.1, a w tym miejscu zostaną jedynie zasygnalizowane.

W tabeli 3.2 zestawiono wymagania siedliskowe proponowanych do wprowadzania do lasów gatunków drzew, krzewów oraz roślin zielnych mogących stanowić obfite źródło pożytku dla pszczół, ale też gwarantujących przetrwanie w środowisku leśnym dzikim gatunkom zapylaczy. Wprowadzanie gatunków z listy powinno być poprzedzone rozeznaniem stanu obecnego. Jeżeli któreś z tych gatunków występują licznie na danym terenie, nie ma sensu ich wprowadzać. Można je popierać na różne sposoby, ale to jest temat odrębnego opracowania. Dla każdego z gatunków umieszczonych na liście podano krainy przyrodniczo-leśne, w których można go wprowadzać. W większości przypadków starano się tak dobrać gatunki, aby można je było

stosować na terenie całego kraju. Dla każdego gatunku określono siedliska, w których może on wstępować, oraz zbiorowiska roślinne, z którymi jest związany. Duża część gatunków na liście to rośliny, które nie były do tej pory hodowane w szkółkach i wprowadzane do lasów. Brakuje zatem doświadczeń z ich praktycznym stosowaniem. Wprowadzanie ich do lasu będzie miało w dużej mierze charakter eksperymentalny, co warto uwzględnić. Dotyczy to szczególnie gatunków roślin zielnych, składników runa leśnego. Nie były one do tej pory przedmiotem bezpośrednich zabiegów. Zalecenia dotyczące ich wprowadzania opierają się na ogólnej wiedzy na temat biologii i ekologii tych roślin i mają z zasady charakter bardzo konserwatywny. Ponieważ większość z tych gatunków rzadko rozmnaża się w sposób generatywny, nie ma praktycznie żadnych doświadczeń dotyczących zbioru ich nasion, warunków wysiewu czy jego udatności. Dlatego w przypadku tych roślin proponuje się zastosowanie metody transplantacji, praktykowanej dotychczas głównie w ramach rekultywacji siedlisk mocno zdegradowanych (Barańska i Jermaczek 2009). Polega ona na przeniesieniu (przesadzeniu) niewielkich fragmentów darni danej rośliny w miejsce, gdzie chce się ją wprowadzić (fot. 3.1).



Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 3.1. Nawet niewielki płat roślin zielnych może szybko skolonizować obszar, ale pod warunkiem zwiększonego dostępu światła. Do takich gatunków należy m.in. zawilec gajowy *Anemone nemorosa*

Zabieg taki należy przeprowadzać pod koniec sezonu wegetacyjnego. Transplantacje powinno się wykonywać od października aż do końca listopada, a przy dobrej pogodzie nawet do grudnia. Rośliny, które zostaną przeniesione w tym czasie, zdążą zregenerować system korzeniowy, a wiosną będą dobrze przygotowane do rozpoczęcia wzrostu. Sadzenie jesienią ma jeszcze jedną zaletę, mianowicie w tym czasie jest wysoka wilgotność gleby, dzięki czemu nie ma obawy, że korzenie się przesuszą po przesadzeniu, a cała roślina dzięki zmniejszonemu zapotrzebowaniu na wodę redukuje ryzyko wyschnięcia. W tych miesiącach równie korzystne są częste mgły oraz duża wilgotność powietrza. W miejscu transplantacji należy usunąć darń wraz ze ściółką, aby stworzyć przeniesionej kępie roślin warunki do ukorzenia. Rośliny wsadza się na głębokość trochę większą, niż rosły do tej pory. Jedynym sensownym sposobem prowadzenia transplantacji jest działanie w skali lokalnej. Z jednej strony zmniejsza to koszty transportu, z drugiej zaś zapewnia zachowanie lokalnych zasobów genowych. Działania takie są praktykowane w ochronie czynnej gatunków zagrożonych wyginięciem.

Drzewa

Gatunki drzew wprowadzone w ramach wspomagania zapylaczy w lasach powinny mieć inaczej ustalone priorytety funkcji niż te same gatunki wprowadzane dotychczas w ramach regularnej gospodarki leśnej. Produkcja drewna ma być na dalszym planie, a na pierwszym miejscu ma się znaleźć produkcja kwiatów. Drzewa te powinny mieć zatem duże, rozbudowane na boki korony wzrastające w dobrych warunkach świetlnych, chociaż ceną za to będą niskie pnie, duża liczba grubych konarów oraz wynikająca z tego niższa jakość techniczna surowca drzewnego. Dlatego drzewa gatunków ważnych dla pszczół należy sadzić w miejscach, gdzie warunki świetlne są i będą w przyszłości dobre: na skrajach lasu, wzdłuż dróg i linii oddziałowych, na wewnętrznych granicach lasu, czyli na obrzeżach łąk śródleśnych i zbiorników wodnych, wzdłuż potoków i strumieni. Należy je sadzić w luźnej więźbie, tak aby mogły rozbudować szerokie korony i wcześniej rozpocząć kwitnienie. Luźna więźba ograniczy potrzebę przerzedzania drzew w trakcie prac pielęgnacyjnych. W przypadku silnie rosnących lip czy klonów przerzedzanie może się okazać z czasem konieczne do wytworzenia przez te drzewa dużych, dobrze oświetlonych koron, będących warunkiem obfitego kwitnienia.

Ważnymi siedliskami dla drzew dostarczających pszczołom dużej ilości nektaru i pyłku są brzegi rzek, górskich potoków, strumieni, jezior i sztucznych zbiorników wodnych. Są to miejsca dobrze nasłonecznione, obfite w wodę i na ogół umiarkowanie żyzne. Należy w nich wprowadzać takie gatunki jak jawor i czeremcha zwyczajna, nad większymi ciekami wodnymi także wierzbę białą i wierzbę kruchą. O ile większość gatunków drzew zamieszczonych na liście wymaga sadzenia wyrosniętych

sadzonek, o tyle w przypadku wierzb wystarczy rozmnażanie wegetatywne przez żywokoły, znacznie prostsze, tańsze i szybsze.

Na siedliskach żyznych i wilgotnych dobór gatunków drzew ważnych dla pszczół i innych zapylaczy jest duży, na siedliskach uboższych pozostaje mocno ograniczony. Na siedliskach borów mieszanych można wprowadzać jarzęba pospolitego i wierzbę iwę, chociaż na siedliskach typowo borowych szanse dorośnięcia przez te gatunki do rozmiarów warunkujących obfite kwitnienie są niewielkie. Dlatego na siedliskach borowych szczególnie ważna jest rola krzewów. Z gatunków drzew polecanych do wprowadzania do lasów na szczególną uwagę zasługują wierzby i lipy. Jest to spowodowane tym, że pozostałe gatunki drzew znajdujące się na liście kwitną w okresie maksymalnej dostępności zasobów nektaru i pyłku – ani pszczołom, ani dzikim zapylaczom głód wtedy nie grozi. Inaczej jest na początku sezonu wegetacyjnego, kiedy rodzina pszczela potrzebuje dużej ilości pyłku, aby móc wykarmić odpowiednio liczne młode pokolenie larw, z których wyrosną robotnice zbierające później nektar i pyłek. Wierzby, a zwłaszcza wierzba iwa, stanowią cenne źródło pyłku w tym krytycznym dla pszczół okresie (fot. 3.2).



Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 3.2. Wierzba iwa *Salix caprea* pozostawiona na otwartej przestrzeni lub na obrzeżu lasu wykształca szeroko rozbudowaną koronę, dzięki czemu wytwarza sporą ilość kwiatów wykorzystywanych przez pszczoły i inne owady zapylające

Dlatego gatunek ten zasługuje na trwałe miejsce w naszych lasach. Jako drzewo bardzo światłożądne i krótko żyjące iwa nie stanowi poważnej konkurencji dla innych gatunków drzew właściwych dla żyznych lub umiarkowanie żyznych siedlisk. Iwa jest też chętnie zgryzana i spałowana przez jeleniowate. Tym samym ogranicza to presję na wartościowe ekonomicznie gatunki drzew. Ponieważ przez długi czas iwa była bezwzględnie usuwana w trakcie czyszczeń, jej udział w lasach jest bardzo mały, z wielką szkodą dla pszczół i innych zapylaczy. Stąd potrzeba wprowadzania tego gatunku w miejsca, gdzie go brakuje.

Inna jest sytuacja lip. Oba występujące w Polsce rodzime gatunki lip mają niewielki udział ilościowy w drzewostanach. Prawdopodobnie więcej lip rośnie w zadrzewieniach przydrożnych i przydomowych niż w lasach. Lipy jako gatunki stosunkowo cieniowyttrzymałe i szybko rosnące na żyznych siedliskach powinny sobie doskonale radzić w drzewostanach. Rzeczywiście tak jest na niektórych obszarach chronionych, np. w Białowieskim Parku Narodowym czy w rezerwacie „Las Lipowy Obrożyska”. Jednak w drzewostanach gospodarczych lipy nie były nigdy gatunkami faworyzowanymi, stąd potrzeba wprowadzenia ich ponownie na szerszą skalę do lasów. Oba gatunki wykazują duże podobieństwa, zachodzą jednak między nimi także istotne różnice. Lipa szerokolistna kwitnie o około 2 tygodnie wcześniej niż lipa drobnolistna, dobrze byłoby zatem, gdyby w drzewostanach występowały oba gatunki. Lipa szerokolistna ma ograniczony zasięg w stosunku do lipy drobnolistnej, a także nieco większe wymagania siedliskowe. Rośnie przede wszystkim na glebach zasobnych w węglan wapnia, dlatego w południowej Polsce z jej większym udziałem mamy do czynienia na podłożu skał wapiennych, na przykład na Jurze Krakowsko-Częstochowskiej lub w Pieninach.

Krzewy

Poza siedliskami borowymi krzewy gatunków ważnych dla pszczół powinny znaleźć swoje miejsce przede wszystkim w strefie ekotonu. Nie można jednak zadowalać się jedynie ekotonem rozwiniętym na zewnątrz kompleksu leśnego, poza granicami lasu. W warunkach intensywnej gospodarki rolnej takie strefy ekotonowe mogą być w każdej chwili, zgodnie z prawem, zlikwidowane przez właścicieli pól czy łąk sąsiadujących z lasami państwowymi. Należy kształtować strefę ekotonową także od strony wnętrza drzewostanu, silnie przerzedzając drzewostan w pobliżu granicy lasu w trakcie kolejnych cięć pielęgnacyjnych. Pod takim silnie przerzedzonym drzewostanem należy sadzić właściwe dla danego siedliska gatunki krzewów, szczególnie gatunki o ciernistych lub kolczastych pędach, jak głogi, tarnina czy berberys. Właściwe dla danego siedliska gatunki krzewów powinny też być sadzone pod liniami energetycznymi przebiegającymi przez kompleksy leśne. W takim miejscu mogą rosnąć krzewy wysokie, tworzące zwarte gąszcz, jak leszczyna czy głogi. Utrudni to sukcesję drzew pod liniami energetycznymi i zmniejszy koszty związane z ich ewentualną wycinką. Na brzegach cieków

i zbiorników wodnych powinno się wprowadzać przede wszystkim gatunki o wyższych wymaganiach względem wody, na uboższych siedliskach kruszynę, na żyzniejszych czeremchę pospolitą. Z kolei w miejscach podmokłych, ale żyznych, właściwe dla siebie warunki znajdzie porzeczka czarna. Na siedliskach żyznych lasów liściastych, w miejscach o nieco lepszych warunkach świetlnych, czyli w lukach drzewostanowych, na skraju lasu lub przy drogach można wprowadzać wiciokrzew suchodrzew. Gatunek ten jest stosunkowo nieliczny w naszych lasach, nawet na odpowiednich dla niego siedliskach. Dlatego sztuczne wprowadzanie go do lasu wydaje się mocno uzasadnione. Podobnie przedstawia się sytuacja w przypadku porzeczki alpejskiej (fot. 3.3). Wbrew swojej nazwie nie jest to gatunek związany z górami, występuje w podszyciu lasów liściastych na terenie całego kraju, chociaż niezbyt często.



Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 3.3. Porzeczka alpejska *Ribes alpinum* – gatunek niezbyt częsty w skali kraju, powinien być wprowadzany do lasu jako potencjalne źródło pokarmu dla pszczoł i owadów zapylających

Ważną rolę ma do odegrania także bluszcz pospolity, jedyne umieszczone na liście pnące. Jeszcze kilkadziesiąt lat temu był to gatunek rzadki w naszym kraju, mający tu granicę zasięgu i kwitnący tylko w cieplejszych okolicach. Obecnie kwitnące bluszcze występują już w całej Polsce. Do zakwitnięcia bluszcz potrzebuje odpowied-

niej ilości światła, nie znajduje jednak takich warunków na dnie lasów liściastych, które są jego naturalnym siedliskiem. Dlatego wspina się w korony drzew, na skały czy na mury. Bluszcz można sadzić zarówno w drzewostanach, jak i przy osadach leśnych czy obiektach infrastruktury leśnej. W przypadku drzewostanów ważne jest właściwe siedlisko, odpowiednio żyzne i wilgotne, oraz wiek drzewostanu. Bluszcz potrzebuje od kilku do kilkunastu lat, aby dorosnąć do podstawy korony drzewa, oraz następnych kilku lub kilkunastu, żeby rozrosnąć się w koronie w sposób umożliwiający obfite kwitnienie. Należy zatem wprowadzać go do drzewostanów, którym daleko jeszcze do wieku rębności, inaczej potencjał tego gatunku pozostanie niewykorzystany. Walorem bluszczu jako rośliny miododajnej jest późny termin kwitnienia (IX–X), w czasie, gdy innych roślin dostarczających pożytku pszczołom pozostało już niewiele. Jako roślinę miododajną należy sadzić odmiany powstałe z sadzonkowania pędów płodnych, które kwitną corocznie od młodego wieku.

Krzewinki

Do tej grupy zalicza się wiele gatunków dostarczających pożytku dla pszczołowatych, przede wszystkim borówki i wrzos. Są to gatunki związane z siedliskami borowymi. Najpospolitszym z nich jest borówka czernica *Vaccinium myrtillus*, występująca w nieco szerszym zakresie warunków siedliskowych, od ubogich borów po lasy mieszane. Optymalnym dla niej siedliskiem są bory świeże, bardzo rozpowszechnione w niżowej części Polski. Na większości odpowiednich dla niej siedlisk borówka czernica występuje, chociaż jej liczebność i intensywność kwitnienia mocno zależą od warunków świetlnych. Gatunek ten ma słabe warunki wzrostu we wcześniejszych stadiach rozwojowych drzewostanów, od młodnika po drągowiny. Sposobem na zwiększenie liczebności i intensywności kwitnienia borówki czernicy jest poprawa warunków świetlnych. Są też miejsca, przede wszystkim wtórne drzewostany na gruntach porolnych, gdzie mimo właściwych warunków siedliskowych borówki czernicy nie ma. W takich sytuacjach należałoby rozważyć możliwość jej sztucznego wprowadzenia. Należy ją sadzić w miejscach o relatywnie dużym dostępie światła, w drzewostanach dojrzałych, gdzie luki w drzewostanie po usunięciu drzew w trakcie trzebieży wypełniają się bardzo powoli, a warunki świetlne ulegają systematycznej poprawie. W takich sytuacjach konkurencją dla borówki czernicy może być jednak rozwijająca się warstwa krzewów. O ile jałowiec nie stanowi dla borówki większego zagrożenia, o tyle podszyt kruszyny może ograniczać możliwości jej kwitnienia. W związku z tym należy wprowadzać borówkę tam, gdzie nie ma kruszyny, będącej także ważnym źródłem pożytku dla pszczoł. Pozostałe gatunki borówek – brusznica *Vaccinium vitis-idaea* oraz borówka bagienna *V. uliginosum* występują w bardziej ograniczonym zakresie siedlisk. Brusznica jest związana przede wszystkim z siedliskami boru suchego i uboższymi postaciami boru świeżego, natomiast borówka ba-

gienna występuje głównie w borach bagiennych i rzadziej w borach wilgotnych. Ze względu na to, że gatunki te na ogół są obecne we właściwych dla nich siedliskach, ich sztuczne wprowadzanie do lasu nie jest potrzebne.

Wrzos *Calluna vulgaris* (fot. 3.4) to gatunek zazwyczaj występujący na terenach otwartych, który tworzy zbiorowiska wrzosowisk będących jednym z priorytetowych siedlisk Natura 2000. W lesie wrzos występuje głównie w runie starszych drzewostanów sosnowych na siedliskach boru świeżego i boru suchego, chociaż może też pojawiać się na porębach i w innych miejscach pozbawionych drzewostanu. Ważne dla utrzymania i obfitego kwitnienia tego gatunku jest odpowiednie sterowanie dopływem światła do dna lasu tam, gdzie wrzos występuje. Istotne jest także utrzymanie otwartych wrzosowisk, co wymaga aktywnej ochrony, przy czym najskuteczniejszą metodą utrzymania tych siedlisk jest kontrolowane wypalanie (Kołakowski 2020). Brakuje natomiast doświadczeń z wprowadzaniem wrzosu na odpowiednie dla niego siedliska, w których go nie ma. Gatunek ten wprawdzie powszechnie uprawia się w ogrodach, a produkcja wrzosu w szkółkach rozwija się na dużą skalę, jednak jego wprowadzanie pod okap luźnych drzewostanów sosnowych starszych klas wieku musiałoby mieć charakter eksperymentalny.

Fot. 3.4. Wrzos pospolity *Calluna vulgaris* – gatunek związany z borami świeżymi i suchymi, wymagający dużej ilości światła

Fot. J. Bodziarczyk



Rośliny zielne

Jak już wspomniano, wprowadzanie gatunków zielnych jest obarczone większym ryzykiem ze względu na brak doświadczeń oraz na znaczne koszty przedsięwzięcia. Dlatego prowadząc transplancję tych gatunków, należy starannie dobrać zarówno miejsca poboru kęp roślin, jak i miejsca, gdzie zostaną one wsiedlone. Nie należy pobierać roślin tam, gdzie jest ich niewiele i charakteryzują się niską żywotnością. Miejsca, w które będziemy je wprowadzać, muszą nie tylko odpowiadać wymaganiom danego gatunku pod względem siedliskowym (żywność, wilgotność), ale też charakteryzować się odpowiednimi warunkami świetlnymi. Nawet w przypadku gatunków występujących z reguły na stanowiskach cienistych należy wprowadzać je w warunki świetlne nieco lepsze niż te, które posiadały wcześniej. Chodzi o to, że wydatek energetyczny związany z ukorzeniem się w nowym miejscu powinien zostać zrekompensowany możliwością prowadzenia bardziej intensywnej asymilacji, tak aby bilans energetyczny rośliny nie uległ zachwianiu.

Najprostsze wydaje się wprowadzanie na odpowiednie nowe miejsca maliny zwyczajnej. Siedliskami najbardziej sprzyjającymi malinie są skraje lasów i borów mieszanych, zręby, halizny i silnie prześwietlone drzewostany. W przypadku tego gatunku istnieje długa tradycja sadzenia odmian ogrodowych, a cała procedura jest stosunkowo łatwa. Warto dodać, że malina zwyczajna to gatunek bardzo pospolity w naszych lasach i może się okazać, że po starannie przeprowadzonej inwentaryzacji nie będzie potrzeby jej wprowadzania. Trudno to jednoznacznie rozstrzygnąć, ponieważ w skali kraju nie mamy wystarczająco dokładnych danych na temat występowania maliny w lasach. Jedyne dane, jakie dostępne są w literaturze, pochodzą sprzed ponad pół wieku i zostały opracowane na podstawie inwentaryzacji przeprowadzonej przez Instytut Badawczy Leśnictwa (Szklanowska 1972). Wówczas malina zajmowała w Polsce obszar o powierzchni około 55 tys. ha pełnego pokrycia. Powraca zatem problem przeprowadzenia rzetelnej inwentaryzacji maliny w kontekście realizowanego projektu.

Transplancja innych gatunków nastęrcza więcej trudności. Zawilec gajowy jest wiosennym geofitem, zatem pod koniec sezonu niewiele liści asymilacyjnych pozostaje na dnie lasu. Pod nimi znajduje się jednak rozległa, choć płytka, sieć podziemnych kłączy. Zawilec gajowy jest wprawdzie u nas bardzo rozpowszechniony na siedliskach lasów liściastych, jednak w wielu miejscach – pomimo sprzyjających warunków siedliskowych – nie występuje. Wynika to prawdopodobnie z ograniczonych możliwości dyspersji zawilca lub historii tych miejsc. Albo były one w przeszłości wylesione, albo też zamiast lasów liściastych czy mieszanych rosły tam przez dłuższy czas iglaste monokultury. Stanowiska zawilca w formie skupisk dają jednak szanse na szybkie rozprzestrzenianie się gatunku i kolonizację nowych miejsc.

Dwa kolejne kwitnące na wiosnę gatunki lasów liściastych, miodunka ćma i dąbrowka rozłogowa (fot. 3.5), wydają się łatwiejsze do transplancji niż malina. Nie

są to jednak wiosenne geofity i do końca sezonu wegetacyjnego utrzymują zielone liście. Ponadto tworzą wyraźne kępy i łatwo je zlokalizować. Inaczej sprawa przedstawia się w przypadku sadzka konopiastego i krwawnicy pospolitej. Oba gatunki są dużymi bylinami rosnącymi na wilgotnych siedliskach i kwitną stosunkowo późno, ale ich czas kwitnienia jest dość długi (VI–VIII) i z tego względu są bardzo cenne jako uzupełnienie zasobów dla pszczół w okresie, kiedy kwitnących gatunków jest już niewiele.



Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 3.5. Dąbrówka rozłogowa *Ajuga reptans* – gatunek dobrze nadający się do transplatacji, tworzący wyraźne kępy i rozmnażający się wegetatywnie

Wierzbówka kiprzyca (fot. 3.6) jest gatunkiem synantropijnym, rośnie na skrajach lasów, porębach, żwirowiskach, nieużytkach, przydrożnych łąkach i pastwiskach, ale także na siedliskach naturalnych, w lasach i borach. Pojawia się niekiedy masowo, zwłaszcza w miejscach o długotrwałym dostępie pełnego światła. Gatunek ten produkuje ogromne ilości drobnych nasion opatrzonych białym puchem i rozsiewa się przez wiatr na duże odległości. Wydaje się, że w tym przypadku możliwości dyspersji rośliny nie powinny ograniczać jej występowania. Ogranicza je jednak dostępność miejsc sprzyjających kiełkowaniu. Jak wiele gatunków o bardzo drobnych



Fot. J. Bodziarczyk

Fot. 3.6. Wierzbówka koprzyca *Chamaenerion angustifolium* rośnie w lasach i borach oraz na ich skrajach. Często na porębach, gdzie tworzy duże łany. Kwitnie od VI do VIII. Pożytkiem jest nektar, a wydajność miodowa wynosi 200 kg/ha



Fot. 3.7. Lebiodka pospolita *Origanum vulgare* – gatunek związany z widnymi lasami i ciepłymi wzgórzami. Wymaga umiarkowanie żyznych gleb. Charakteryzuje się szerokim zasięgiem występowania

Fot. J. Bodziarczyk

nasionach, wierzbówka wymaga odsłoniętej gleby mineralnej do skielkowania, a masowo pojawia się np. na pożarzyskach, gdzie przez jakiś czas po pożarze nie ma praktycznie konkurencji innych roślin. Wymaga jednak gleb próchnicznych, zasobnych w azot. Ze względu na zawodność rozmnażania generatywnego w przypadku tego gatunku warto spróbować jego transplantacji, zwłaszcza w miejscach, gdzie go ewidentnie brakuje.

Dwa gatunki roślin zielnych, które można by wprowadzać przez podsiewania, to lebiodka pospolita (fot. 3.7) i nawłóć pospolita. Oba są związane z dobrze nasłonecznionymi miejscami o umiarkowanej żyzności, można by je zatem podsiewać na zrębach, zwłaszcza tam, gdzie przeprowadzono orkę przed posadzeniem drzew i gdzie została odsłonięta gleba mineralna.

Nawłóć pospolita rośnie na polanach, w zaroślach i widnych lasach, na miedzach, suchych łąkach i wrzosowiskach, ale także w lasach, w borach, w borach mieszanych – sosnowo-dębowych. Charakteryzuje się długim okresem kwitnienia (VI–IX), a jej wydajność miodowa sięga 400–800 kg/ha i jest większa niż kwitnącej w podobnym czasie lebiodki – około 500 kg/ha. Wysiew, jako alternatywę dla transplantacji, można by stosować także w przypadku mięty długolistnej i mięty nadwodnej. Gatunki te są przywiązane do siedlisk żywnych i wilgotnych, a miejscami, w których można by je wysiewać, są pozbawione jeszcze roślinności łąchy nadrzeczne.

Fenologię kwitnienia ważniejszych gatunków roślin przedstawiono w tabeli 3.3.

Tabela 3.3. Czas kwitnienia wybranych gatunków roślin miododajnych

Fenologia kwitnienia									
Miesiąc	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Drzewa									
Czeremcha zwyczajna <i>Padus avium</i>									
Jarząb pospolity <i>Sorbus aucuparia</i>									
Jawor <i>Acer pseudoplatanus</i>									
Klon polny <i>Acer campestre</i>									
Klon pospolity <i>Acer platanoides</i>									
Lipa drobnolistna <i>Tilia cordata</i>									
Lipa szerokolistna <i>Tilia platyphyllos</i>									
Trześnia <i>Cerasus avium</i>									
Wierzba biała <i>Salix alba</i> , wierzba krucha <i>S. fragilis</i>									

Sadziec konopiasty <i>Eupatorium cannabinum</i>									
Wierzbówka koprzyca <i>Chamaenerion angustifolium</i>									
Zawilec gajowy <i>Anemone nemorosa</i>									
Razem	1	5	9	17	11	10	10	4	1

Kształtowanie przestrzeni wokół osad leśnych

Coraz częściej tereny zurbanizowane stanowią swego rodzaju „pustynię” dla zapylaczy. Stare lipy zastępowane są przez żywotniki, trawniki strzyżone często i krótko, co nie daje możliwości zakwitnięcia roślinom dwuliściennym, otoczone są warstwą kory lub kamieni, a cenne pożytki dla pszczół, takie jak mniszek lekarski, uznawane są za chwasty i niszczone przy użyciu środków chemicznych. Z tych powodów obecnie przy zagospodarowaniu terenu przy budynkach mieszkalnych (leśniczówkach), biurowych, gospodarczych czy parkach maszyn leśnych należących do Administracji Lasów Państwowych należy zwracać szczególną uwagę na obecność gatunków drzew, krzewów i roślin zielnych pożytecznych dla pszczół i innych owadów zapylających. Osady leśne czy siedziby LP różnej rangi powinny być wzorem dla innych obiektów w danej miejscowości, przede wszystkim poprzez: dbałość i pozostawianie starych rozłożystych drzew, szczególnie lip i klonów, ale także jarzębów, wierzb, czeremchy pospolitej czy trześni; dosadzanie nowych gatunków drzew i krzewów miododajnych z proponowanej w niniejszej publikacji listy oraz dbałość o własny mały „ekoton” na skraju dróg, ścieżek, ogrodów, parkingów czy na styku zabudowań i otwartej powierzchni. Drogi wewnętrzne to ważne miejsce do zagospodarowania. Uzupełnianie ubytków w istniejących zadrzewieniach przydrożnych jest najprostszym działaniem w planowaniu sieci zadrzewień i obowiązkiem wynikającym z konieczności utrzymania zadrzewień w dobrym stanie. Doskonale nadaje się do tego celu lipa (drobnolistna i szerokolistna) jako przykład gatunku „wielofunkcyjnego”: podnosi estetykę terenu, daje cień, dobrze chroni od wiatru, aromatyzuje powietrze w czasie kwitnienia, a kwiaty są nie tylko pszczelem pożytkiem, ale też cennym surowcem zielarskim. Klony stanowią z kolei wartościowy pokarm wiosenny, a jesienią, przebarwiając się, zwiększają walory krajobrazowe.

W zagospodarowaniu przestrzeni wokół osad leśnych należy pamiętać o rodzimych gatunkach, które często nam towarzyszą, przede wszystkim ich nie usuwać, nie kosić i nie niszczyć. Mniszek pospolity, glistnik jaskółcze ziele, jasnota biała, babka średnia to cenne źródła pokarmu dla owadów. Trzeba dostrzec ich piękno i nie traktować jak niepotrzebnych chwastów, które należy zastąpić odmianami roślin ozdobnych o pełnych kwiatach, cieszącymi oczy, ale nieprzydatnych dla pszczół czy murarek. Wraz ze znikaniem chwastów zagrożone są przede wszystkim dziko żyją-

ce pszczoły monotroficzne, np. lepiarka czarnuszkowa *Colletes punctatus*, zbierająca pokarm z czarnuszki pospolitej (Flaga 2015). Występowanie tej samotnej pszczoły zależy od trwałej obecności źródła pokarmu, zatem ozdobna i przydatna w kuchni czarnuszka powinna być stałym elementem rabaty przy leśniczówce. Każda mała przestrzeń wokół budynków może być wykorzystana do posadzenia roślin miododajnych. Małe rabaty na murkach, obrzeża chodników i schodów, ogrodzenia, elewacje (bluszcz pospolity) czy wreszcie dachy budynków można zagospodarować. W ten sposób zwiększa się nie tylko bazę pożytkową dla pszczoł, ale też tworzy miejsca schronienia dla dziko żyjących zapylaczy.

W ostatnich latach coraz bardziej rozwija się pszczelarstwo miejskie. Ważne, by podejmować się takich działań z rozsądkiem, zaczynając od pomiarów temperatury na powierzchni dachu i oceny dostępności bazy pokarmowej w najbliższej okolicy. Może się okazać, że siedziby nadleśnictw czy regionalnych dyrekcji LP spełniają wszystkie niezbędne warunki. By wzbogacić bazę pożytkową wokół zabudowań, warto wykorzystać takie gatunki jak: ślaz dziki, lebidka pospolita, mięta długolistna, macierzanka, dąbrówka rozłogowa czy szczeń pospolita, będące jednocześnie piękną ozdobą letniego, jesiennego i zimowego ogrodu.

Dysponując większą przestrzenią wokół osad leśnych, warto zakładać łąki kwietne. Potrzebne są one zarówno w terenach miejskich, jak i wiejskich, gdzie zanika tradycyjny sposób gospodarowania ziemią i zmienia się forma zagospodarowania przydomowych ogródków, które często pozbawione są kwiatów i drzew owocowych, zastępowanych wykoszonymi trawnikami i miniaturowymi gatunkami krzewów iglastych, bezwartościowych dla owadów zapylających. Na rynku dostępnych jest wiele mieszanek kwietnej łąki, należy sprawdzić, by w jej składzie nie było gatunków obcych i ekspansywnych, które mogą zagrażać rodzimej florz. W ramach działań edukacyjnych projektu „Pszczoły wracają do lasu” opracowano skład gatunkowy łąki miododajnej. To mieszanka roślin wieloletnich, które zapewnią bazę pokarmową dla owadów przez cały sezon wegetacyjny. Mieszanka może być wykorzystywana do tworzenia pasów kwietnych na polach i w ogrodach. Termin wysiewu: IV/V lub X, kiełkowanie po około 20 dniach przy temperaturze 10–16°C, termin kwitnienia VI–X, wysokość 50–120 cm. W zależności od siedliska można wzbogacić skład o gatunki mniej lub bardziej wilgociolubne.

Skład gatunkowy łąki miododajnej (50 g mieszanki nasion wystarcza do obsiania około 25 m²) jest następujący: koniczyna biała *Trifolium repens*, marchew zwyczajna *Daucus carota*, złocień zwyczajny *Leucanthemum vulgare*, nostrzyk żółty *Melilotus officinalis*, koniczyna łąkowa *Trifolium pratense*, szalwia omszona *Salvia nemorosa*, szalwia łąkowa *Salvia pratensis*, babka lancetowata *Plantago lanceolata*, ślaz dziki *Malva silvestris*, chaber łąkowy *Centaurea jacea*, chaber driakiewnik *Centaurea scabiosa*, żmijowiec zwyczajny *Echium vulgare*, cieciora pstra *Securigera varia*, lebidka pospolita *Origanum vulgare*, krwawnica pospolita *Lythrum salicaria*, cykoria podróżnik *Cichorium intybus*, brodawnik jesienny *Leontodon autumnalis*.

Infrastrukturę ogrodową wokół osad leśnych można wzbogacić o piękny „hotel” dla owadów albo pozostawić w jakimś ustronnym miejscu ogrodu kawałek butwiejącej gałęzi czy powiesić wiązkę pociętej trzciny, co będzie doskonałym schronieniem dla pszczoł samotnic (Celary i Flaga 2015).

Literatura

- Andrzejewski R., Weigle A. (red.). 2003. Różnorodność biologiczna Polski. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Bailey S., Requier F., Nusillard B., Roberts S.P.M., Potts S.G., Bouget Ch. 2014. Distance from forest edge affects bee pollinators in oilseed rape fields. *Ecology and Evolution*, 4 (4), 370–380. <http://dx.doi.org/10.1002/ece3.924>
- Baldock K.C.R. i in. 2015. Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282, 1803. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2849>
- Bank Danych o Lasach. 2019. <https://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/> (dostęp: 1.09.2019).
- Barańska K., Jermaczek A. 2009. Poradnik utrzymania i ochrony siedliska przyrodniczego 6210 – murawy kserotermiczne. Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- Brang P., Spathelf P., Larsen J.B., Bauhus J., Boncčina A., Chauvin C., Drössler L., García-Güemes C., Heiri C., Kerr G., Lexer M.J., Mason B., Mohren F., Mühlethaler U., Nocentini S., Svoboda M. 2014. Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry*, 87, 492–503.
- Breland S.J.R. 2015. Bee assemblages and vegetation across a suite of restoration conditions in a fire-maintained longleaf pine savanna. MS thesis, University of Georgia, Athens.
- Ceitel J., Perz B. 2006. Sposób Mortzfeldta przebudowy składu gatunkowego drzewostanów. *Sylwan*, 7, 23–24.
- Celary W., Flaga S. 2015. Pszczoły dziko żyjące. Wydawnictwa ZPKWM, Kraków.
- Czerepko J. (red.) 2008. Stan różnorodności biologicznej lasów w Polsce. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Elith J., Leathwick J.R., Hastie T. 2008. A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology*, 77, 802–813.
- Flaga S. 2015. Rośliny pokarmowe pszczoł samotnic. Wydawnictwa ZPKWM, Kraków.
- Forister M.L., Pelton E.M., Black S.H. 2019. Declines in insect abundance and diversity: We know enough to act now. *Conservation Science and Practice*, 1:e80. <https://doi.org/10.1111/csp2.80>
- Foster C.W., Neumann J.L., Holloway G.J. 2019. Linking mesoscale landscape heterogeneity and biodiversity: gardens and tree cover significantly modify flower-visiting beetle communities. *Landscape Ecology*, 34 (5), 1081–1095.
- Fye R.E. 1972. The effects of forest disturbances on populations of wasps and bees in north-western Ontario (Hymenoptera: Aculeata). *Canadian Entomologist*, 104, 1623–1633.

- Gunnarsson B., Federsel L.M.** 2014. Bumblebees in the city: abundance, species richness and diversity in two urban habitats. *Journal of Insect Conservation*, 18, 1185–1191.
- Hall D.M., Camilo G.R., Tonietto R.K., Ollerton J., Ahrné K., Arduser M., Ascher J.S., Bal-dock K.C.R., Fowler R., Frankie G., Goulson D., Gunnarsson B., Hanley M.E., Jackson J.I., Langellotto G., Lowenstein D., Minor E.S., Philpott S.M., Potts S.G., Sirohi M.H., Spevak E.M., Stone G.N., Threlfall C.G.** 2016. The city as a refuge for insect pollinators. *Conservation Biology*, 31, 1523–1739. <https://doi.org/10.1111/cobi.12840>
- Hallmann C.A., Zeegers T., van Klink R., Vermeulen R., van Wielink P., Spijkers H., van Deijk J., van Steenis W., Jongejans E.** 2019. Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands. *Insect Conservation and Diversity*. <http://dx.doi.org/10.1111/icad.12377>
- Hanula J.L., Horn S., O'Brien J.J.** 2015. Have changing forests conditions contributed to pol-linator decline in the southeastern United States? *Forest Ecology and Management*, 348, 142–152.
- Hanula J.L., Ulyshen M.D., Horn S.** 2016. Conserving Pollinators in North American Forests: A Review. *Natural Areas Journal*, 36 (4), 427–439.
- Herrera C.M.** 1997. Thermal biology and foraging responses of insect pollinators to the forest floor irradiance mosaic. *Oikos*, 78, 601–611.
- Homburg K., Drees C., Boutaud E., Nolte D., Schuett W., Zumstein P., Von Ruschkowski E., Assmann T.** 2019. Where have all the beetles gone? Long-term study reveals carabid species decline in a nature reserve in Northern Germany. *Insect Conservation and Di-versity*, 1–10.
- Instrukcja urządzania lasu część I. 2012. DGLP, Warszawa.
- Kołakowski B.** 2020. Ogniu nasz, kontrolowany. *Las Polski*, 12, 12–14.
- Korpela E.L., Hyvönen T., Kuussaari M.** 2015. Logging in boreal field-forest ecotones pro-motes flower-visiting insect diversity and modifies insect community composition. *In-sect Conservation and Diversity*, 8, 152–162.
- McFrederick Q.S., LeBuhn G.** 2006. Are urban parks refuges for bumble bees *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae)? *Biological Conservation*, 129, 372–382.
- Polatto L., Chaud-Netto J., Alves-Junior V.V.** 2014. Influence of abiotic factors and floral resource availability on daily foraging activity of bees. *Journal of Insect Behavior*, 27, 593–612.
- Przybylska K.** 2005. System klasyfikacji gospodarstw leśnych w wielofunkcyjnym i proekolo-gicznym modelu leśnictwa. *Sylwan*, 9, 3–9.
- Raport Międzyrządowej Platformy ds. Różnorodności Biologicznej i Usług Ekosystemowych – IPBES. 2019. Report on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://www.ipbes.net/news/ipbes-global-assessment-preview>
- Rivers J.W., Galbraith S.M., Cane J.H., Schultz C.B., Ulyshen M.D., Kormann U.G.** 2018. A Review of Research Needs for Pollinators in Managed Conifer Forests. *Society of Ame-rican Foresters, Journal of Forestry*, 116 (6), 563–572.

- Romey W.L., Ascher S., Powell D.A., Yanek M. 2007. Impacts of logging on midsummer diversity of native bees (Apoidea) in a northern hardwood forest. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 80, 327–338.
- Salisbury A., Armitage J., Bostock H., Perry J., Tatchell M., Thompson K. 2015. Enhancing gardens as habitats for flower-visiting aerial insects (pollinators): Should we plant native or exotic species? *Journal of Applied Ecology*, 52, 1156–1164.
- Sikora A., Michołał P., Kadej M., Sikora M., Tarnawski D. 2018. *Pszczoły w mieście*. Trzmielce Wrocławia. Stowarzyszenie Natura i Człowiek, Wrocław.
- Skórka P., Lenda M., Moron D., Kalarus K., Tryjanowski P. 2013. Factors affecting road mortality and the suitability of road verges for butterflies. *Biological Conservation*, 159, 148–157.
- Szklanowska K. 1972. Nektarowanie i wydajność miodowa maliny właściwej (*Rubis idaeus* L.) i jeżyny (*Rubus fruticosus* L.) w środowisku leśnym. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, XVIII, 133–145.
- Watson J.C., Wolf A.T., Ascher J.S. 2011. Forested Landscapes Promote Richness and Abundance of Native Bees (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) in Wisconsin Apple Orchards. *Environmental Entomology*, 40 (3), 621–632.
- Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasów 2018. Wyniki II cyklu (lata 2012–2014). Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Sękocin Stary.
- Wojcik V.A., Buchmann S. 2012. Pollinator conservation and management on electrical transmission and roadside rights-of-way: A review. *Journal of Pollination Ecology*, 7, 16–26.
- Wray J.C., Neame L.A., Elle E. 2014. Floral resources, body size, and surrounding landscape influence bee community assemblages in oak-savannah fragments. *Ecological Entomology*, 39, 83–93.

Rozdział 4

Owady zapylające

4.1. Rola i znaczenie owadów zapylających w środowisku

Sylwia Łopuch

Zapylanie to proces rozmnażania roślin nasiennych, który polega na przeniesieniu pyłku z pręcika jednego kwiatu na znamię słupka innego, prowadzący do powstania nasion i zapewniający zmienność genetyczną roślin. Pyłek może być przeniesiony przez wiatr (anemogamia), wodę (hydrogamia) lub zwierzęta (zoogamia) (Abrol 2012).

Zapylanie kwiatów przez zwierzęta to usługa ekosystemowa niezbędna w naturze, ponieważ utrzymuje naturalne zbiorowiska i pozwala na produkcję roślinną. Szacuje się, że globalnie około 87% gatunków kwitnących roślin jest zależnych od zapylania przez zwierzęta, w tym około 78% gatunków w strefie umiarkowanej (Ollerton i in. 2011). Największą grupą zapylaczy są owady. Szacuje się, że plonowanie około 75% gatunków roślin uprawnych, np. drzew i krzewów owocowych, warzyw, roślin paszowych, zielarskich i ozdobnych, jest w pewnym stopniu zależne od procesu zapylania przez owady (Klein i in. 2007). Jedynie w Unii Europejskiej wartość upraw zapylanych przez owady wynosi około 15 mld euro rocznie (Potts i in. 2015). Zwiększając ilość i poprawiając jakość uprawianych roślin, zapylacze zapewniają ludziom bezpieczeństwo żywnościowe.

Owadopylność (entomogamia) to proces, który powstał na drodze koewolucji, czyli współzależnej ewolucji roślin i owadów, polegającej na nabywaniu przystosowań zwiększających efektywność procesu zapylania. Doprowadziło to do wytworzenia się między roślinami i zapylającymi je owadami rodzaju symbiozy, określanej jako mutualizm. Polega on na współpracy przynoszącej korzyści obu stronom: rośliny, przyciągając owady zapylające, zwiększają swój sukces rozrodczy na skutek zapłodnienia krzyżowego, zapewniającego zmienność genetyczną, a owady otrzymują za usługę zapylenia pokarm (Abrol 2012). By zwabić owady, rośliny wykształciły,

poprzez adaptację, barwne i (lub) pachnące kwiaty, z nektarnikami produkującymi nektar i pylnikami wytwarzającymi pyłek, którego ziarna są duże, lepkie lub z wyrostkami i bogate w substancje odżywcze. Owady również wykształciły przystosowania w budowie morfologicznej aparatów gębowych i specjalnych struktur na ciele umożliwiających zbieranie i transport pyłku. O ścisłej zależności owadów i roślin kwiatowych świadczą również: zbieżność pojawiania się pewnych gatunków zapylaczy z kwitnieniem określonych gatunków roślin, otwieranie się kwiatów o określonej porze aktywności dobowej owadów zapylających, a także pory najbardziej intensywnego nektarowania lub uwalniania pyłku z pylników, np. wcześniej rano, w godzinach przedpołudniowych, popołudniowych lub wieczornych (Szafer 1969, Abrol 2012).

W strefie klimatu umiarkowanego większość gatunków roślin zapylają owady. W Polsce największą rolę odgrywają błonkówki (Hymenoptera) z nadrodziny Apoidea, które są najlepiej przystosowane morfologicznie do tego procesu. Inne owady, jak: muchówki (Diptera), motyle (Lepidoptera), chrząszcze (Coleoptera) i przyłżeńce (Thysanoptera), również zapylają rośliny, przenosząc pyłek, ale są słabiej przystosowane (Wójtowski 1998).

Wśród muchówek w zapylaniu kwiatów uczestniczą głównie: bzygowate (Syrphidae), wysłepkowate (Conopidae), bujankowate (Bombyllidae), niektóre wujkowate (Empidae) i rączycowate (Tachinidae). Jedynie formy dojrzałe muchówek odżywiają się nektarem, często również pyłkiem, i to one zapylają kwiaty. Wiele muchówek posiada aparat gębowy przystosowany do zjadania pyłku i ssania nektaru, co pozwala im skutecznie rywalizować z pszczołami i motylami. Niektóre muchówki mogą odwiedzać i zapylać kwiaty o nektarnikach dostępnych tylko dla błonkówek i motyli. Drobne muchówki, odżywiające się niewielkimi ilościami nektaru, są głównymi zapylaczami kwiatów roślin z rodziny selerowatych (*Apiaceae*), np. marchwi (*Daucus* sp.), pietruszki (*Petroselinum* sp.), kopru (*Anethum* sp.), oraz kapustowatych (*Brassicaceae*) o drobnych kwiatach, np. taszniku (*Capsella* sp.), stuliszu (*Sisymbrium* sp.), tobołka polnego (*Thlaspi arvense*). Muchówki jako zapylacze odgrywają znaczącą rolę w przypadku roślin rosnących w cieniu, na terenach wilgotnych i chłodnych, które pszczoły i motyle omijają. Dominujący udział muchówek w faunie owadów strefy umiarkowanej wskazuje na ich istotną rolę jako zapylaczy (Wójtowski 1998).

Formy dojrzałe motyli żywią się właściwie tylko nektarem, który pobierają długą ssawką, dlatego mogą korzystać z nektaru głęboko ukrytego, niedostępnego dla innych owadów. Motyle dzienne odwiedzają kwiaty roślin z rodzin: goździkowatych (*Caryophyllaceae*), astrowatych (*Asteraceae*), jasnotowatych (*Lamiaceae*), liliowatych (*Liliaceae*) i powojowatych (*Convolvulaceae*). Z kolei motyle nocne odwiedzają kwiaty, które otwierają się dopiero wieczorem, np. maciejka (*Matthiola longipetala*), wiesiołek (*Oenothera* sp.), bielun (*Datura* sp.), bniec (*Melandrium* sp.), lepnica (*Silene* sp.), lub w ciągu dnia, ale wieczorem prawdopodobnie wydzielają więcej nektaru i mocniej pachną, np. narcyz (*Narcissus* sp.), wiciokrzew (*Lonicera* sp.), lilie (*Lilium* spp.), floksy (*Phlox* spp.) (Wójtowski 1998).

Chrząższe odgrywają niewielką rolę w zapylaniu roślin w klimacie umiarkowanym. Przenoszą niewiele pyłku, ponieważ słabo się on trzyma chitynowego pancerza. Odwiedzając kwiaty, żywią się pyłkiem, pylnikami, nadgryzają również nektarniki lub części okwiatu. Larwy wielu chrząszczy również żerują na kwiatach, zjadając owoce i nasiona. W czasie żerowania i przenoszenia się z kwiatu na kwiat, chrząszcze przyczyniają się w pewnym stopniu do zapylania krzyżowego, ale wyrządzają roślinom także szkody, uszkadzając je (Wójtowski 1998).

Przyłżeńce w ograniczonym stopniu przyczyniają się do zapylenia. Te drobne owady o długości do 1,5 mm mają ssący aparat gębowy i silnie owłosione brzegi skrzydeł. Dojrzałe osobniki nakłuwają tkanki i wysysają soki, a larwy zjadają pyłek i miękkie części kwiatów, uszkadzając przy tym zalążnię i nektarniki. W jednym kwiecie lub kwiatostanie znajdują pokarm, schronienie i miejsce do rozrodu. Owady te mogą przyczynić się do zapylenia kwiatu pyłkiem własnym, a uskrzydłone samice, przenosząc się na inny kwiat, mogą przyczynić się do zapylenia krzyżowego. Przyłżeńce występują pospolicie w kwiatach większości roślin, szczególnie gatunków z rodziny astrowatych (*Asteraceae*). Kwiaty przez nie opanowane przeważnie nie wytwarzają nektaru, dlatego odwiedzane są przez owady, które poszukują pyłku (Wójtowski 1998).

Pszczoły są najważniejszą grupą zapylaczy. Odgrywają one kluczową rolę nie tylko w uprawach roślin owadopylnych, ale też w naturalnych i półnaturalnych ekosystemach, utrzymując ich różnorodność. Pszczoła miodna pozostaje najważniejszym pod względem gospodarczym zapylaczem w strefie klimatu umiarkowanego, ponieważ jest powszechnie użytkowana i dostępna w dużej liczbie. Nie jest ona jednak uniwersalnym zapylaczem. Dziko żyjące pszczoły są równie efektywnymi zapylaczami roślin i mają niekiedy przewagę nad pszczołą miodną w zapylaniu kwiatów określonych gatunków, np. lucerny (*Medicago* sp.), koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense*) lub wyki omszonej (*Vicia villosa*) (Banaszak 1993). Wydajność zawiązywania owoców i nasion jest większa w obecności dzikich pszczół, nawet jeśli liczebność pszczoły miodnej uznaje się za optymalną (Brittain i in. 2013, Garibaldi i in. 2013). Efektywność zapylania może wzrosnąć nawet 5-krotnie na skutek interakcji między dziko żyjącymi pszczołami i pszczołą miodną (Greenleaf i Kremen 2006). Bardzo wydajnymi zapylaczami są trzmiele, które w ciągu minuty odwiedzają od 20 do 50 kwiatów, a ich duże rozmiary i owłosione ciało pozwalają na bardzo efektywne przenoszenie pyłku. Ponadto, trzmiele mogą pracować na kwiatach już przy temperaturze 11°C oraz w czasie mżawki, lekkiego deszczu lub mgły i przy silnym wietrze, co powoduje, że dzień ich pracy jest zwykle dłuższy (Sikora i in. 2018). Trzmiele należą również do nielicznych gatunków pszczół zapylających kwiaty wibracyjnie. Zapylanie takie polega na wprawieniu kwiatu w drgania, przez co zamknięte pylniki otwierają się i pyłek osypuje się na pszczołę (Michener 2000, Abrol 2012). Zapylanie wibracyjne jest konieczne w przypadku niektórych roślin, np. z rodziny psiankowatych (*Solanaceae*) i wrzosiowatych (*Ericaceae*), co wykorzystuje się komercyjnie w uprawach pomidorów szklarniowych.

niowych i na plantacjach borówki amerykańskiej (*Vaccinium corymbosum*) (Biliński 2002, Sikora i in. 2018).

Inne owady zapylające, jak muchówki, motyle i chrząszcze, są równie ważne jak pszczoły przy zapylaniu niektórych upraw (Rader i in. 2009). Ich odwiedziny stanowią od 25 do 50% wszystkich wizyt owadów na kwiatach. Zapylacze z innych grup niż pszczoły deponują na kwiatach mniejszą ilość obcego pyłku w porównaniu z pszczołami, ale kompensują to, częściej odwiedzając kwiaty. W efekcie skuteczność zapylania pszczół i innych owadów zapylających może być podobna (Rader i in. 2011, 2016). Zróżnicowane zespoły zapylaczy są efektywniejsze, ponieważ wspólnie użytkując zasoby, uzupełniają się nawzajem, a nie zastępują, co wynika z różnic w morfologii i zachowaniu różnych grup zapylaczy (Albrecht i in. 2012, Rader i in. 2016). Różne gatunki zapylaczy odwiedzają inne części kwiatów, kwiatostanów lub kwiaty w różnej fazie rozwoju (Brittain i in. 2013). Inne owady zapylające cechuje większa rozpiętość aktywności dobowej w porównaniu z pszczołami, dlatego mogą odwiedzać kwiaty w innych porach niż pszczoły, np. motyle o aktywności nocnej (McCall i Primack 1992). Inne zapylacze, jak muchówki, mogą być również skuteczniejsze niż pszczoły w przenoszeniu pyłku na większe odległości, co może wpływać na zróżnicowanie genetyczne roślin (Rader i in. 2011). Z wymienionych względów wszystkie zapylacze odgrywają ważną rolę w globalnej produkcji upraw oraz w zachowaniu bioróżnorodności naturalnych i półnaturalnych ekosystemów.

Znaczenie różnorodności gatunkowej owadów zapylających jest nie do przecenienia ze względu na różnorodność gatunkową roślin. Kwiaty wielu gatunków roślin mają cechy umożliwiające zapylanie przez różne grupy zapylaczy, co zwiększa szansę na zapylenie i wydanie nasion. Są jednak również rośliny o kwiatach przystosowanych do zapylania głównie bądź wyłącznie przez pszczoły lub motyle dzienne czy nocne (Abrol 2012). Przystosowania między roślinami i owadami zapylającymi są czasem tak ścisłe, że niektóre gatunki owadów zapylają jedynie rośliny w obrębie rodzaju, a nawet gatunku, np. kwiaty wyżlinu ogrodowego (*Antirrhinum majus*) i tojadu mocnego (*Aconitum firmum*) pozostają tak mocno zamknięte, że tylko trzmiel może je otworzyć i zapylić (Goulson i Darvill 2004, Sikora i in. 2018). Skutkuje to bardzo ścisłą zależnością pomiędzy przetrwaniem określonych gatunków roślin i obecnością konkretnych owadów zapylających, a konsekwencją zaniku jednego gatunku może być tzw. efekt domina, dotykający wiele innych gatunków roślin i zwierząt (Abrol 2012). Warto również pamiętać, że zapylacze podlegają silnej presji ze strony innych owadów zapylających, zwłaszcza użytkowanej pszczoły miodnej (Goulson i Sparrow 2009, Mallinger i in. 2017). Zapylacze konkurują o zasoby pokarmowe oraz o miejsca do gniazdowania, a trzmiele narażone są dodatkowo na infekcje chorobami transmisyjnymi przenoszonymi przez pszczołę miodną (Goulson i Sparrow 2009, Fürst i in. 2014).

Zwabienie przez roślinę przedstawicieli właściwego gatunku zapylacza zwiększa skuteczność zapylania. Z tego względu w procesie koadaptacji roślin i zapylaczy zapach, barwa, kształt, wielkość i budowa kwiatu zmieniały się tak, aby przywabić ga-

tunek owada mający największe możliwości transmisji pyłku (Jabłoński i Ruszkowski 2000). Owady natomiast przystosowały się do określonych typów kwiatów, zwłaszcza budową aparatów gębowych i długością języczków, którymi pobierają nektar. Przykładowo, u krajowych gatunków muchówek długość aparatów gębowych wynosi od 2 do 12 mm. U motyli dziennych ssawki mają długość od 5 do 20 mm, a u motyli o aktywności zmierzchowej lub nocnej, np. zawisakowatych (Sphingidae), dochodzi nawet do 80 mm. Aparat gębowy pszczoł typu ssąco-gryzącego cechuje języczek o długości od 1 do 15 mm (Wójtowski 1998). Z tego względu rośliny z łatwo dostępnym nektarem i pyłkiem, np. jaskrowate (*Ranunculaceae*), kapustowate (*Brassicaceae*), selerowate (*Apiaceae*) i astrowate (*Asteraceae*), odwiedzane są przez muchówki, chrząszcze i pszczoły o krótkich języczkach, np. samotki (*Hylaeus* spp.), lepiarki (*Colletes* spp.), niektóre gatunki trzmieli (*Bombus* spp.). Rośliny z głębiej ukrytymi nektarnikami, np. bobowate (*Fabaceae*), jasnotowate (*Lamiaceae*), różowate (*Rosaceae*) i wrzosiowate (*Eriaceae*), odwiedzają zapylacze o pośredniej długości aparatów gębowych i języczków, w tym pszczoła miodna, której długość języczka wynosi około 6 mm. Natomiast rośliny z głęboko ukrytymi nektarnikami, np. goryczki (*Gentiana* spp.), orliki (*Aquilegia* spp.), niecierpki (*Impatiens* spp.), miodunki (*Pulmonaria* spp.) i pierwiosnki (*Primula* spp.), odwiedzane są przez motyle, które wybierają kwiaty z długimi i wąskimi rurkami kwiatowymi, lub trzmielie długojęzyczkowe, które preferują kwiaty o długich i szerokich rurkach kwiatowych, tzw. kwiaty trzmielowe, np. ostróżka polna (*Delphinium consolida*), orlik pospolity (*Aquilegia vulgaris*), niecierpek pospolity (*Impatiens noli-tangere*), żywokost lekarski (*Symphytum officinale*), koniczyna (*Trifolium* sp.), jasnota (*Lamium* sp.), naparstnica (*Digitalis* sp.) (Banaszak 1993, Jabłoński i Ruszkowski 2000, Sikora i in. 2018). Duże różnice w długości aparatów gębowych i języczków pozwalają również zmniejszyć konkurencję różnych gatunków zapylaczy o pokarm (Banaszak 1993). Pszczoły dzięki licznym włoskom i szczecinom pokrywającym ich ciała oraz wykształceniu specjalnych struktur umożliwiających gromadzenie i transport ziaren pyłku skutecznie konkurują z innymi zapylaczami. Większość pszczoł transportuje pyłek na trzeciej parze odnóży gęsto pokrytych włoskami, czasem tworzących koszyczek, jak u pszczoły miodnej i trzmieli, a pszczoły z rodziny miesiarkowatych transportują pyłek zebrany na włoskach tworzących szczoteczki brzuszne. Najprymitywniejsze pszczoły z rodziny lepiarkowatych przenoszą pyłek na odnóżach lub w wolu. Na gładkim pancerzu chrząszczy i nieowłosionym ciele niektórych gatunków muchówek pyłek utrzymuje się słabiej i łatwo odpada w czasie lotu (Banaszak 1993, Wójtowski 1998).

Rośliny zwabiają do siebie owady, których wrażliwość zmysłowa odpowiada szczegółom budowy kwiatu (Szafer 1969). Przy rozpoznawaniu właściwego kwiatu przez owada szczególnie ważne są barwa i zapach. Pszczoły preferują kwiaty niebieskie i żółte, o słodkim zapachu. Muchy są wrażliwe na kwiaty kremowe, o stęchłym zapachu lub bez zapachu. Motyle dzienne wybierają kwiaty o różnych żywych kolorach, bez zapachu lub o zapachu mocznika, a motyle nocne – kwiaty białe, dobrze

widoczne w nocy, o silnym słodkim zapachu. Chrząszcze preferują kwiaty o silnym owocowym zapachu i przyćmionych kremowych lub zielonkawych kolorach, ponieważ są mniej wrażliwe na barwy (Abrol 2012).

Opisane przykłady przystosowań owadów do zapylanych przez nie roślin pokazują, dlaczego zróżnicowane zespoły zapylaczy zwiększają efektywność zapylania roślin i dlaczego różnorodność gatunkowa zapylaczy jest konieczna, aby proces zapylania był optymalny. Dlatego tak groźny jest spadek liczebności i zagęszczenia zapylaczy w skali globalnej (Kosior i in. 2007, Potts i in. 2010, 2015, IPBES 2016). Główną przyczyną zmniejszania się liczby owadów zapylających jest rosnąca presja ze strony człowieka na otaczające środowisko poprzez niszczenie i (lub) fragmentację siedlisk, brak roślin pokarmowych i (lub) ciągłości ich kwitnienia, chemizację środowiska, pasożyty i choroby, zmiany klimatyczne, co wpływa również na konkurencję międzygatunkową i małe zróżnicowanie genetyczne ich populacji (Goulson i Sparrow 2009, Potts i in. 2010, 2015, Fürst i in. 2014). Zapylacze potrzebują odpowiedniej bazy pokarmowej w zasięgu lotu, ciągłości kwitnienia roślin pokarmowych oraz miejsc do gniazdowania. Dlatego im bardziej zróżnicowany krajobraz, tym bogatsza jest fauna zapylaczy. Z tego względu konieczna jest ochrona istniejących siedlisk i tworzenie nowych – mogą to być np. śródleśne polany, skraje lasów, obrzeża pól uprawnych, polne drogi, miedze, nieużytki, stanowiące enklawy bioróżnorodności owadów zapylających (Zych i in. 2018).

4.2. Pszczoły (Hymenoptera: Apoidea)

Sylwia Łopuch

W Polsce występuje ponad 460 gatunków pszczół (Banaszak 2004), podczas gdy na świecie jest ich około 17 tysięcy (Michener 2000). Krajowe gatunki pszczół należą do sześciu rodzin (Banaszak 2004). W Polsce częściową ochroną objęte są 33 gatunki pszczół, a całkowitą jeden gatunek (Rozporządzenie Ministra Środowiska 2016, Rozporządzenie Ministra Klimatu 2019).

Pszczoły występują na wszystkich kontynentach poza Antarktydą (Michener 2000). W Polsce powszechne są na nizinach i wyżynach, jedynie obszary górskie są wyraźnie uboższe w apifaunę. Krajowe gatunki pszczół preferują suche miejsca o dużym nasłonecznieniu, dlatego wybierają siedliska otwarte i ciepłe, takie jak murawy kserotermiczne lub napiaskowe, przydroża, miedze śródpolne, inne nieużytki. Zdarza się, że wykorzystują ściany glinianych zabudowań lub gliniaste spojenia cegieł budynków. Wybór siedlisk leśnych uwarunkowany jest dostępnością obszarów otwartych, np. polan śródleśnych (Banaszak 1993). Pszczoły są ściśle uzależnione od siedliska, w którym mogą znaleźć miejsca do gniazdowania i rośliny pokarmowe (Michener 2000, Abrol 2012).

Pszczoły bardzo różnią się upodobaniami pokarmowymi. Gatunki monotroficzne wykorzystują pyłek z jednego gatunku lub rodzaju rośliny, gatunki oligotroficzne zbierają pyłek roślin z kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków lub rodzajów z jednej rodziny, a gatunki politroficzne odwiedzają większość kwitnących roślin. Pszczoły różnią się również pod względem upodobań przy wyborze miejsca do założenia gniazda, sposobu budowy gniazd i użytych do tego celu materiałów. Większość krajowych gatunków pszczół gnieździ się w ziemi. Wykazują przy tym różne preferencje co do rodzaju gleby: niektóre wybierają luźną glebę piaszczystą, a inne bardziej zwartą glebę gliniastą. Gniazda budowane w ziemi składają się zwykle z korytarza głównego, od którego odchodzą korytarze boczne, zakończone komorami lęgowymi. W gniazdach budowanych nad ziemią komory lęgowe zwykle ułożone są liniowo, jedna za drugą. Gniazda takie zakładane są w roślinach, np. w źdźbłach trzcin, łodygach roślin zielnych lub krzewów z miękkim rdzeniem (np. jeżyn), w próchniejącym lub suchym drewnie (np. pniakach, belkach). Część pszczół drąży gniazda, a inne wykorzystują dostępne jamy lub szczeliny w skałach lub murach, przyzmy kamieni, zeschłe kępy traw, stare korytarze wydrążone przez inne organizmy (np. przez chrząszcze), puste galasy lub muszle ślimaków, opuszczone nory drobnych ssaków lub dziuple czy budki lęgowe ptaków. Do budowy gniazd używają gliny, wosku lub rozdrobnionego materiału roślinnego, np. liści, płatków kwiatów. Niektóre gatunki gnieźdzące się w ziemi pokrywają komory wydzieliną gruczołów ślinowych, olejkami roślinnymi lub gliną, chroniąc pyłek i larwy przed zasypaniem i wilgocią (Banaszak 1993, Wójtowski 1998, Celary i Flaga 2015).

Pszczoły znacznie różnią się także pod względem organizacji społecznej. Można je podzielić na gatunki samotne, gromadne lub społeczne. Samice pszczół samotnych budują w pojedynkę proste gniazda, których komory lęgowe zaopatrują w pyłek lub pyłek i nektar, a następnie składają w nich po jednym jaju. U gatunków gromadnych kilka samic buduje jedno gniazdo złożone, które wspólnie broni. W takim gnieździe wspólny jest tylko korytarz główny, a każda samica buduje własne komory lęgowe. Gniazda pszczół społecznych, np. trzmieli, tylko w początkowej fazie są budowane i zaopatrywane przez samicę-matkę, a po wykarmieniu pierwszych larw funkcje te przyjmują robotnice. Natomiast matki pszczół miodnej nie uczestniczą w budowaniu gniazda – pracę tę wykonują robotnice. Pszczoły społeczne cechuje różny stopień rozwoju społeczności. Gatunki najbardziej społeczne wykazują najsilniej zaznaczony podział na kasty, które odgrywają różne role w gnieździe (matki lub robotnice) lub wykonują różne prace (kasty w obrębie robotnic), wykazują też największe różnice morfologiczne (Banaszak 1993, Wójtowski 1998, Celary i Flaga 2015).

Wśród pszczół występują również gatunki pasożytnicze, które stanowią około 20–25% krajowej apifauny. Wyróżnia się wśród nich kleptoparazytoidy i pasożyty społeczne. Kleptoparazytoidy podkładają swoje jaja w gniazdach innych samotnych pszczół. Samice gatunków kleptoparazytoidalnych utraciły wtórnie umiejętności związane z budową i zaopatrzeniem gniazda. Pasożyty społeczne zabijają matkę

gospodarza lub ograniczają składanie przez nią jaj, przejmując jej funkcje i zmuszając robotnice gospodarza do opieki nad własnym potomstwem (Celary i Flaga 2015).

Cykl życiowy pszczoł samotnych można podzielić na kilka faz. Wiosną pojawiają się formy dojrzałe (imago). U pszczoł samotnych samce zwykle pojawiają się pierwsze, od kilku do kilkunastu dni przed samicami. Po kopulacji samica przystępuje do budowy gniazda, komory lęgowe wypełnia pokarmem, pyłkiem lub pyłkiem zmieszonym z nektarem, i składa jajo. Po złożeniu jaja komora lęgowa jest zamykana. Z jaj zapłodnionych rozwijają się samice, a z jaj niezapłodnionych samce. Liczba komór lęgowych zależy od gatunku, kondycji samicy, dostępności pokarmu, miejsca i materiału do budowy gniazda. Larwa, po wylęgnięciu się z jaja, odżywia się zgromadzonym pokarmem. Pszczoły społeczne nie zamykają komór i karmią larwy w sposób ciągły, aż do przepoczwarczenia. Samice trzmieli wiosną opuszczają zimowe kryjówki i poszukują miejsc odpowiednich do założenia gniazda. Budują gniazdo i karmią larwy tylko w początkowej fazie, do pojawienia się pierwszych robotnic, które przyjmują te funkcje. Jedynie zapłodnione samice zimują w stanie hibernacji. Matki pszczoły miodnej rozpoczynają wiosną składanie jaj, a karmieniem larw, gromadzeniem pokarmu i budową gniazda zajmują się robotnice. Z końcem lata wychowywane jest pokolenie robotnic, które przezimują do wiosny wraz z matką (Wójtowski 1998, Celary i Flaga 2015).

W Polsce gatunki samotne lub gromadne mają zwykle jedno lub dwa pokolenia w ciągu roku, natomiast pszczoły społeczne wychowują potomstwo przez cały sezon aktywności w gnieździe. Samice pszczoł samotnych żyją około 4–6 tygodni, a samice-matki pszczoł społecznych – od roku (trzmiel) do kilku lat (pszczoła miodna). W zależności od momentu pojawu dojrzałych osobników wyróżnia się trzy grupy fenologiczne pszczoł samotnych: wczesnowiosenne, późnowiosenne i letnie. Gatunki wczesnowiosenne pojawiają się pod koniec marca, gdy średnia dobową temperatura przekracza 8°C, a w słońcu osiąga przynajmniej 20°C. Gatunki późnowiosenne zwykle pojawiają się w drugiej połowie maja, gdy średnia dobową temperatura przekracza 10°C. Gatunki letnie pojawiają się z nadejściem klimatycznego lata, gdy średnia dobową temperatura osiąga 15°C. W strefie klimatu umiarkowanego gatunki wczesnowiosenne zimują jako formy dojrzałe, a gatunki późnowiosenne i letnie jako przedpoczwarki lub poczwarki (Banaszak 1993, Wójtowski 1998, Celary i Flaga 2015).

Lepiarkowate (Colletidae)

Rodzina lepiarkowatych obejmuje w Polsce 41 gatunków pszczoł, należących do dwóch rodzajów: lepiarka (*Colletes*) i samotka (*Hylaeus*). Lepiarkowate uważane są za najprimitwniejszą rodzinę pszczoł. Ich unikatową cechą jest pokrywanie wewnętrznych ścian komór lęgowych ziemnych gniazd mieszaniną wydzielin gruczołów ślinowych i Dufoura, która po wyschnięciu chroni larwę i zgromadzony pokarm przed

zasypaniem i wilgocią (Michener 2000, Celary i Flaga 2015). Lepiarkowate to pszczoły samotne. Pojawiają się latem i mają jedno pokolenie rocznie. Należą do pszczoł krótkożęzyczkowych, z tego względu odwiedzają rośliny pokarmowe o kwiatach z łatwo osiągalnym nektarem. Pyłek przynoszą w wolu lub na odnóżach. Większość lepiarek to gatunki wyspecjalizowane pokarmowo, odwiedzające tylko wybrane gatunki roślin, np. lepiarka wrzosowa (*C. succinctus*) oblatuje wrzos zwyczajny (*Calluna vulgaris*), a lepiarka koniczynowa (*C. marginatus*): koniczyny (*Trifolium* spp.), lucernę (*Medicago* sp.) i nostrzyki (*Melilotus* spp.). Samotki odwiedzają głównie kwiaty roślin selerowatych (*Apiaceae*), astrowatych (*Asteraceae*), kapustowatych (*Brassicaceae*) i rezedowatych (*Resedaceae*). Samice lepiarek i samotek budujące gniazda w ziemi, tworzą mniejsze lub większe agregacje gniazd. Samice samotek budują również gniazda w chodnikach wygryzionych przez chrząszcze w drewnie, w pustych galasach, w łądogach o miękkim rdzeniu, np. bzu (*Sambucus* sp.), dziewanny (*Verbascum* sp.), lub pustych w środku, np. źdźbła trzciny (*Phragmites* sp.). Najważniejszymi i najlepiej poznanymi gatunkami są: lepiarka wiosenna (*C. cunicularius*), lepiarka koniczynowa (*C. marginatus*), samotka pospolita (*H. communis*), samotka marchwianka (*H. sinuatus*) (Wójtowski 1998, Celary i Wiśniowski 2001, 2003, Celary i Flaga 2015).

Pszczolinkowate (Andrenidae)

Rodzina pszczolinkowatych jest jedną z liczniejszych rodzin, obejmuje około 100 gatunków występujących w Polsce, z których większość należy do rodzaju pszczolinka (*Andrena*). Pszczolinkowate to pszczoły samotne, niektóre gatunki żyją gromadnie. Większość pszczoł z tej rodziny to gatunki wczesno- lub późnowiosenne, tylko nieliczne pojawiają się latem. Mają jedno lub dwa pokolenia rocznie. Należą do pszczoł krótkożęzyczkowych, a pyłek przenoszą na odnóżach. Większość gatunków nie wykazuje specjalizacji pokarmowych. Nieliczne gatunki oligotroficzne związane są z kwiatami określonych roślin, np. pszczoły zbierki (*Panurgus* spp.) z kwiatami roślin astrowatych (*Asteraceae*), pyleńczyk (*Panurginus labiatus*) z kwiatami roślin kapustowatych (*Brassicaceae*), a trutnica lucernowa (*Melitturga clavicornis*) z kwiatami roślin bobowatych (*Fabaceae*). Pszczolinkowate są ważnymi zapylaczami roślin, również uprawnych, np. lucerny (*Medicago* sp.), koniczyny (*Trifolium* sp.), kapusty (*Brassica* sp.), drzew i krzewów owocowych oraz ziół. Samice budują gniazda w ziemi piaszczystej lub na podłożu gliniastym, część z nich tworzy mniejsze lub większe agregacje gniazd. Spotkać je można na murawach kserotermicznych, polach, łąkach, skrajach lasów, polnych drogach, przydrożach, skłonach pagórków lub w ogrodach, gdzie preferują miejsca nasłonecznione i suche. Najważniejszymi i najlepiej poznаныmi gatunkami są: pszczolinka koniczynowo-lucernowa (*A. labialis*), pszczolinka złocista (*A. fulva*), trutnica lucernowa (*M. clavicornis*), pszczolinka napiaskowa (*A. vaga*, fot. 4.1) (Wójtowski 1998, Celary i Wiśniowski 2003, Celary i Flaga 2015).



Fot. A. Oleksa

Fot. 4.1. Samica pszczolinki napiaskowej (*Andrena vaga*)

Smuklikowate (Halictidae)

Rodzina smuklikowatych jest kolejną z liczniejszych rodzin, w Polsce występuje 107 gatunków. Najliczniejsze rodzaje to: smuklik (*Halictus*), smukliczek (*Evylaeus*), pseudosmuklik (*Lasioglossum*, fot. 4.2) i nęczyn (*Sphecodes*). Pszczoły należące do tej rodziny mają zróżnicowaną biologię, o szerokim spektrum życia społecznego, od gatunków prowadzących samotniczy tryb życia, które stanowią większość, po gatunki o prymitywnej organizacji społecznej (niektóre gatunki z rodzajów smuklik i smukliczek), oraz gatunki pasożytnicze z rodzaju nęczyn. Smuklikowate spotyka się wczesną i późną wiosną oraz latem. Mają od jednego do trzech pokoleń rocznie. Gatunki kleptoparazytoidalne to pszczoły wczesno- lub późnowiosenne z jednym lub dwoma pokoleniami. Pasożytują zależnie od gatunku na: lepiarkach, pszczolinkach, smuklikach, pseudosmuklikach lub smukliczkach. Pszczoły z tej rodziny należą do pszczoł krótkojęzyczkowych, pyłek zbierają na odnóżach. Większość gatunków odwiedza kwiaty roślin z wielu rodzin, w tym: astrowatych (*Asteraceae*), selerowatych (*Apiaceae*), kapustowatych (*Brassicaceae*), dzwonekowiakowatych (*Campanulaceae*), jasnotowatych (*Lamiaceae*) i bobowatych (*Fabaceae*). Niektóre gatunki wyspecjalizowane pokarmowo odwiedzają kwiaty określonych roślin, np. błyszczki (*Dufourea* spp.) są silnie związane z kwiatami roślin dzwonekowiakowatych lub astrowa-

tych, wrzałki (*Systropha* spp.) z kwiatami powojów (*Convolvulus* spp.), wigorczyki (*Rophites* spp.) z kwiatami roślin jasnotowatych, pseudowigorczyki (*Rhophitoides* spp.) z kwiatami roślin bobowatych, oblatując głównie różne gatunki lucerny (*Medicago* spp.). Samice budują gniazda w ziemi, tworząc agregacje o różnej wielkości. Gniazda są zróżnicowane pod względem budowy, od prostych i prymitywnych z długimi kanałami bocznymi, po gniazda ze znaczną koncentracją komór lęgowych tworzących grona, do gniazd podobnych do plastra otoczonego wolną przestrzenią. Najważniejszymi i najlepiej poznanymi gatunkami są: smuklik sześciopasy (*H. sexcinctus*), pseudosmuklik pospolity (*L. calaceatum*), pseudowigorczyk lucernowiec (*Rhophitoides canus*) (Wójtowski 1998, Celary i Wiśniowski 2001, 2003, Celary i Flaga 2015).



Fot. A. Oleksa

Fot. 4.2. Samica pseudosmuklika (*Evylaeus* sp.)

Spójnicowate (Mellitidae)

Spójnicowate to niewielka rodzina, obejmująca około 11 gatunków występujących w Polsce, należących do trzech rodzajów: spójnica (*Melitta*), skrócinka (*Macropis*) i obrostka (*Dasypoda*). Do tej rodziny należą pszczoły samotne, pojawiające się latem, z jednym pokoleniem w ciągu roku. Spójnicowate to pszczoły krótkojęzyczko-

we, przynoszące pyłek na odnóżach. Wykazują bardzo silną specjalizację pokarmową, oblatując kwiaty tylko wybranych gatunków, np. skrócinki odwiedzają wyłącznie kwiaty tojeści (*Lysimachia* sp.), spójnica dzwonkowa (*M. haemorrhoidalis*) – wyłącznie dzwonki okrągłolistne (*Campanula* spp.), spójnica krwawnicowa (*M. nigricans*) oblatuje tylko krwawnicę (*Lythrum* sp.), a obrostka ciemnonoga (*D. argentata*) – wyłącznie kwiaty driakwi żółtawej (*Scabiosa ochroleuca*). Samice drążą gniazda w ziemi, niektóre gatunki tworzą agregacje gniazd. Najważniejszymi i najlepiej poznanymi gatunkami są: spójnica lucernowa (*M. leporina*), obrostka pospolita (*D. altercator*), obrostka letnia (*D. hirtipes*, fot. 4.3) (Ruszkowski i in. 1988, Wójtowski 1998, Celary i Flaga 2015).



Fot. A. Oleksa

Fot. 4.3. Samica obrostki letniej (*Dasygaster hirtipes*)

Miesiarkowate (Megachilidae)

Rodzina miesiarkowatych jest liczna i zróżnicowana, w Polsce występuje ponad 90 gatunków. Najliczniejsze rodzaje to murarka (*Osmia*), pseudomurarka (*Hoplitis*), miesiarka (*Megachile*) i ścieska (*Coelioxys*). Do rodziny tej należą gatunki samotne, w większości pszczoły pojawiające się latem. Nieliczne gatunki pojawiają się późną wiosną. Jedynie rodzaj murarka obejmuje wszystkie typy fenologiczne: wczes-

sno- i późnowiosenne oraz letnie. Miesiarkowate mają jedno pokolenie rocznie. Rodzina obejmuje również gatunki kleptoparazytoidalne należące do trzech rodzajów: szmeronia (*Stelis*), ścieska i ogrotek (*Aglaoapis*). To pszczoły późnowiosenne lub letnie. Wszystkie mają jedno pokolenie rocznie. Pasożytują głównie na innych gatunkach z rodziny miesiarkowatych, np. murarkach, pseudomurarkach, miesiarkach, makatkach (*Anthidium* spp.), makateczkach (*Anthidiellum* spp.), nożycówkach (*Celostoma* spp.). Należą do pszczół długojęzyczkowych. Pyłek zbierają i przynoszą na włoskach znajdujących się na brzusznej stronie odwłoka, tworzących szczoteczki. W większości są to gatunki politroficzne, niewykazujące specjalizacji pokarmowej, chociaż niektóre są silnie związane z kwiatami określonych roślin, np. astrowatych (*Asteraceae*), kapustowatych (*Brassicaceae*), bobowatych (*Fabaceae*), jasnotowatych (*Lamiaceae*) lub ogórecznikowatych (*Boraginaceae*). Niektóre gatunki są ściśle związane z kwiatami określonych gatunków roślin, np.: smółka komonicówka (*Trachus byssina*) i promakotka tarczkozębna (*Proanthidium oblongatum*) z kwiatami roślin bobowatych, pseudomakotka czarnogrzbieta (*Pseudoanthidium lituratum*) i wałczatki (*Heriades* spp.) z kwiatami roślin astrowatych. Miesiarkowate mają bardzo zróżnicowany sposób gniazdowania. Smółki zakładają gniazda w ziemi, tworząc czasem małe skupiska. Promakotki budują gniazda w szczelinach skał i murów. Makatki zakładają gniazda w ziemi lub w szczelinach murów i drewnianych ścian. Pseudomakatki budują gniazda w suchych gałęziach, w źdźbłach trzciny i łądogach roślin o miękkim rdzeniu, np. bzu (*Sambucus* sp.), jeżyny (*Rubus* sp.), maliny (*Rubus idaeus*), dziewanny (*Verbascum* sp.), lub w pustych galasach. Nożycówki i wałczatki zakładają gniazda w drewnie, np. w opuszczonych gniazdach pszczół i os lub w starych chodnikach wydrążonych przez organizmy żywiące się drewnem, rzadziej w łądogach roślin, np. jeżyn. Murarki, pseudomurarki i miesiarki zakładają gniazda głównie w drewnie, rzadziej w pustych muszlach, galasach lub w wydrążonych łądogach roślin, sporadycznie w ziemi lub w szczelinach skał i murów. Samice makateczki budują gniazda z żywicy drzew iglastych i mocują je do gałęzi lub skał. Do wyściełania i zamykania komór lęgowych używają wyciętych żuwaczkami kawałków liści, płatków kwiatów lub innych części roślin. Komory zasklepiają również wieczkami z przeżutej masy roślinnej lub żywicy. Najważniejszymi i najlepiej poznanymi gatunkami są: murarka ogrodowa (*O. bicornis*, fot. 4.4), miesiarka lucernówka (*M. rotundata*), makotka zbójnica (*A. manicatum*), nożycówka pospolita (*C. florissomme*) (Wójtowski 1998, Celary i Wiśniowski 2001, 2007, 2011, Celary i Flaga 2015).



Fot. A. Oleksa

Fot. 4.4. Samica murarki ogrodowej (*Osmia bicornis*)

Pszczołowate (Apidae)

Rodzina pszczołowatych jest największa i najbardziej zróżnicowana. W Polsce występuje około 130 gatunków, zróżnicowanych na wiele rodzajów, z których najliczniejsze to: koczownica (*Nomada*), porobnica (*Anthophora*) i trzmiel (*Bombus*). Do rodziny tej należy również pszczoła miodna (*Apis mellifera*). Rodzina pszczołowatych obejmuje gatunki chronione, wszystkie gatunki trzmieli i zadrzechni (*Xylocopa*) oraz trzy gatunki porobnic (*Anthophora parietina*, *A. pubescens*, *A. plumipes*) i jeden gatunek rozrożki (*Tetraloniella dentata*) (Rozporządzenie Ministra Środowiska 2016, Rozporządzenie Ministra Klimatu 2019). Pszczoły należące do tej rodziny mają duże znaczenie gospodarcze ze względu na zapylanie wielu roślin uprawnych, drzew i krzewów owocowych, a pszczoła miodna dostarcza również miodu, wosku i innych produktów. Wśród pszczołowatych występują wszystkie strategie życiowe, od gatunków samotnych po właściwie społeczne. Pszczoły samotne z jednym pokoleniem rocznie to np.: zadrzechnie (*Xylocopa* spp.), rożyce (*Ceratina* spp.), kornutki (*Eucera* spp.), rozrożki (*Tetraloniella* spp.), porobnice (*Anthophora* spp.) i pseudoporobnice (*Amegilla* spp.). Porobnice to gatunki wczesno- i późnowiosenne oraz letnie, a zadrzechnia, rożyca i kornutka to pszczoły późnowiosenne. Rodzaje trzmiel (*Bombus*)

i pszczoła (*Apis*) obejmują gatunki właściwie społeczne i wieloletnie. Do rodziny pszczołowatych należą również gatunki kleptoparazytoidalne z rodzajów: koczownica (*Nomada*), mamrzyca (*Epeolus*), mamrzyk (*Epeoloides*), podsobka (*Biastes*), cyga (*Ammobates*), pseudocyga (*Pasites*), brzęczka (*Melecta*), zwężnica (*Thyreus*). Wszystkie mają jedno pokolenie rocznie, z wyjątkiem gatunków należących do koczownic, które mogą mieć również dwa pokolenia w ciągu roku. Większość gatunków pojawia się latem. Gatunki z rodzaju koczownica należą do wszystkich grup fenologicznych, a gatunki z rodzaju brzęczka do wczesno- i późnowiosennych. Pasożytują zależnie od gatunku na: pszczolinkach, lepiarkach, porobnicach, pseudoporobnicach, skrócin-kach, wigorczykach, wrzalkach. Podrodzaj trzmielec (*Psithyrus*) obejmuje gatunki będące pasożytami społecznymi trzmieli.

Pszczołowate należą do pszczół długojęzyczkowych, pyłek zbierają na odnóżach. Przeważają gatunki politroficzne. Gatunki wyspecjalizowane pokarmowo odwiedzają kwiaty określonych roślin, np.: kornutka kwiaty roślin bobowatych (*Fabaceae*), rozroźka kwiaty roślin ślázowatych (*Malvaceae*) i astrowatych (*Astreceae*) oraz krwawnic (*Lythrum* spp.). Kornutki, rozroźki, porobnice i pseudoporobnice zakładają gniazda w ziemi, tworząc mniejsze lub większe agregacje gniazd. Niektóre gatunki porobnic i pseudoporobnic zakładają gniazda w glinianych ścianach budynków lub w drewnie, w ścianach wawozów, w szczelinach murów lub w opuszczonych kamieniołomach i piaskowniach. Samice zadrzechni zakładają gniazda w starym lub w spróchniałym drewnie, a samice różyc w wydrążonych łodygach bylicy (*Artemisia* sp.), ostu (*Carduus* sp.), jeżyny (*Rubus* sp.) oraz bzu (*Sambucus* sp.) i dziewanny (*Verbascum* sp.). Samice (matki) trzmieli zakładają gniazda pod ziemią, w opuszczonych norach gryzoni na łąkach, polach, nasypach kolejowych, poboczach dróg, w przyzmacz kamieni polnych, czasem na uprawach lucerny, koniczyny czerwonej lub na powierzchni ziemi w wysokiej trawie, pod liśćmi, mchem, w wypróchniałych pniach, pod drzewami, krzewami, w altanach, opuszczonych budynkach. Niektóre gatunki trzmieli zakładają gniazda nad ziemią, np. w opuszczonych dziuplach lub budkach lęgowych ptaków, w spróchniałych drzewach, w starych budynkach. Dziko żyjące pszczoły miodne także budują gniazda w opuszczonych dziuplach lub w spróchniałych pniach. Najważniejszymi i najlepiej poznanymi gatunkami są: zadrzechnia błękitna (*X. violacea*) i czarnoroga (*X. valga*), porobnica mularka (*A. parietina*), opylona (*A. pubescens*) i włochatka (*A. plumipes*), rozroźka chabrowa (*T. dentata*), porobnica murówka (*A. plagiata*), koczownica spójnicówka (*N. flavopicta*), kornutka koniczynowa (*E. longicornis*), trzmiel ziemny (*B. terrestris*), rudy (*B. pascuorum*, fot. 4.5), kamiennik (*B. lapidarius*), gajowy (*B. lucorum*), parkowy (*B. hypnorum*) i ogrodowy (*B. hortorum*), trzmielec ziemny (*P. vestalis*), pszczoła miodna (*A. mellifera*) (Wójtowski 1998, Celary i Wiśniowski 2001, 2007, 2011, Celary i Flaga 2015, Sikora i in. 2018).



Fot. A. Oleksa

Fot. 4.5. Robotnica trzmiela rudego (*Bombus pascuorum*)

4.3. Podgatunki pszczoły miodnej i rola lasów w ochronie ich różnorodności

Andrzej Oleksa, Adam Tofilski

Pszczoła miodna *Apis mellifera*, ze względu na zapylanie wielu upraw i dzikich roślin, jest gatunkiem o kluczowym znaczeniu zarówno dla gospodarki ludzkiej, jak i dla przyrody. Owady te przyczyniają się do produkcji żywności, a pośrednicząc w zapylaniu wielu dzikich gatunków roślin, decydują o zachowaniu zasobów genetycznych w ekosystemach naturalnych. Wartość usług ekosystemowych związanych z pszczolami jest ogromna i trudna do przecenienia. Roczną ekonomiczną wartość zapylania przez owady w Europie oszacowano na 14,2 mld euro (Gallai i in. 2009).

Pomimo licznych doniesień medialnych o spadku liczebności rodzin pszczelich na świecie, w ciągu ostatnich pięciu dekad światowy zasób rodzin pszczelich zwiększył się o 45% (Aizen i Harder 2009). Wzrost ten może jednak być niewystarczający w zestawieniu ze znacznie szybszym poszerzaniem się (> 300%) areалу upraw

owadopylnych na świecie (Aizen i Harder 2009) oraz znaczną śmiertelnością rodzin pszczelich obserwowaną na niektórych obszarach (Grünewald 2010). W USA w latach 1947–2005 liczba rodzin spadła o 59% (van Engelsdorp i in. 2008). W Polsce zimowa śmiertelność rodzin wynosiła nawet 15% (Topolska i in. 2010). W tym kontekście zwiększenie liczby rodzin pszczelich powinno być traktowane jako priorytet dla zapewnienia bezpieczeństwa żywieniowego. Niestety, cel ten zwykle stoi w sprzeczności z zachowaniem zasobów genetycznych pszczoły miodnej, a zwłaszcza różnorodności lokalnych populacji pszczół rodzimego pochodzenia, gdyż zwiększanie liczebności rodzin pszczelich na ogół polega na propagowaniu wybranych podgatunków pszczół obcych przy równoczesnym zaniechaniu hodowli pszczół rodzimych. Masowa wymiana matek pszczelich na importowane może wpłynąć na różnorodność genetyczną lokalnych populacji oraz przyczynić się do rozprzestrzeniania patogenów. Dotychczasowa praktyka pokazuje, że interesy gospodarcze stawiane są ponad ochronę rodzimych podgatunków pszczół (De la Rúa i in. 2009, Meixner i in. 2010). Postępujący zanik lokalnych ekotypów pszczół był wskazywany jako zagrożenia dla zrównoważonego użytkowania pszczół w Polsce już kilkadziesiąt lat temu (Bornus i in. 1966). Do ochrony zmienności genetycznej konieczne jest utrzymywanie hodowli zachowawczych lokalnych populacji pszczoły miodnej oraz utrzymanie populacji niepoddawanych intensywnej selekcji na cechy użytkowe.

W tej sytuacji rolę ostoi różnorodności genetycznej pszczoły miodnej mogą odgrywać lasy. Pszczoły są dobrze przystosowane do życia w ekosystemach leśnych. W warunkach naturalnych zakładają gniazda w dziuplach, dlatego w lasach mogą znaleźć liczne miejsca gniazdowania (Kohl i Rutschmann 2018, Seeley 2019). Biorąc pod uwagę znaczną powierzchnię zajmowaną przez lasy w Polsce (około 30% powierzchni kraju), można się spodziewać występowania na ich terenie znacznych zasobów populacyjnych wolno żyjących pszczół miodnych (Requier i in. 2020). U pszczoły miodnej różnica między populacją dziką a kontrolowaną przez człowieka nie jest tak wyraźna jak u innych gatunków. W gruncie rzeczy pszczoły nie są gatunkiem do końca udomowionym, gdyż człowiek nie kontroluje ich procesów rozrodczych odbywających się w trakcie lotów godowych. Ponadto, niemal każda rodzina pszczela utrzymywana w pasiekach po wydostaniu się na wolność jest w stanie żyć bez opieki człowieka (Seeley 2019). Aby jednak odpowiedzieć na pytanie, czy wolno żyjąca populacja pszczoły miodnej w lasach może być istotnym rezerwuarem zmienności rodzimego podgatunku, warto najpierw zastanowić się nad tym, jak wygląda aktualne rozmieszczenie podgatunków pszczoły miodnej w Polsce.

Rozmieszczenie podgatunków pszczoły miodnej jako efekt historii ewolucyjnej

Naturalna różnorodność obserwowana w obrębie *A. mellifera* wynika z historii ewolucyjnej tego gatunku. Postawiono dwie główne hipotezy dotyczące miejsca pochodzenia *A. mellifera*: azjatycką (bliskowschodnią) i afrykańską. Istnieją przesłanki świadczące na rzecz obu tych lokalizacji. Za bliskowschodnim pochodzeniem pszczoły miodnej przemawia m.in. rozmieszczenie wszystkich gatunków należących do rodzaju *Apis*, do którego obok pszczoły miodnej należy 9–10 (w zależności od ujęcia systematycznego) innych gatunków (Hepburn i Radloff 2011). Południowa Azja wydaje się kolebką rodzaju *Apis*, gdyż wszystkie inne niż *A. mellifera* gatunki występowały naturalnie w południowej i wschodniej Azji. Dodatkowo dane oparte na morfometrii (Ruttner 1988) lub na sekwencji mitochondrialnego DNA (Garnery i in. 1992, Arias i Sheppard 1996) także wskazywały, że pszczoły z Bliskiego Wschodu można umieścić u podstawy drzewa rodowego pszczół miodnych. Inne wyniki przemawiały za pojawieniem się *A. mellifera* w Afryce, skąd gatunek ten rozprzestrzenił się na Bliski Wschód. Wskazywały na to wyniki oparte na rozmieszczonych w całym genomie polimorfizmach pojedynczego nukleotydu (SNP) (Whitfield i in. 2006). Ponowne przeanalizowanie markerów SNP wykazało (Han i in. 2012), że nie da się ponad wszelką wątpliwość dowieść afrykańskiego pochodzenia tego gatunku. Obecnie powstanie pszczoły miodnej na Bliskim Wschodzie wydaje się najbardziej prawdopodobne (Wallberg i in. 2014).

Na podstawie przedstawionych badań nad pochodzeniem pszczoły miodnej wyodrębniono cztery główne gałęzie (linie) ewolucyjne, tradycyjnie określane literami A (Afryka), M (Europa zachodnia i północna), C (Europa południowo-wschodnia) i O (Bliski Wschód). Dodatkowo, niekiedy wyróżnia się gałęzie Y i Z, których zasięg ograniczony jest do Afryki (Franck i in. 2001). Datowanie molekularne szacuje czas rozdzielenia głównych gałęzi ewolucyjnych pszczoły miodnej na między milionem a 300 tys. lat temu (Garnery i in. 1992, Wallberg i in. 2014).

W obrębie każdej gałęzi ewolucyjnej pszczoły miodnej istnieje dalsze zróżnicowanie geograficzne pozwalające na wyodrębnienie podgatunków. W szerokim pierwotnym obszarze występowania tego gatunku (Europa, Afryka i zachodnia Azja) poszczególne populacje lokalne wykazują niekiedy znaczne różnice pod względem morfologii i cech użytkowych. Od dawna próbowano uporządkować tę ogromną różnorodność, dzieląc gatunek na jednostki niższego rzędu, określane jako podgatunki. Różnice między podgatunkami wynikają z izolacji geograficznej i adaptacji do lokalnego środowiska. Obecnie uznawany system ukształtował się w głównej mierze dzięki pracom niemieckiego badacza pszczół Friedricha Ruttnera (1988). Zaproponowana przez niego klasyfikacja opierała się na blisko 40 cechach morfologicznych pszczół, takich jak: owłosienie, wielkość różnych części ciała, długość przedniego skrzydła

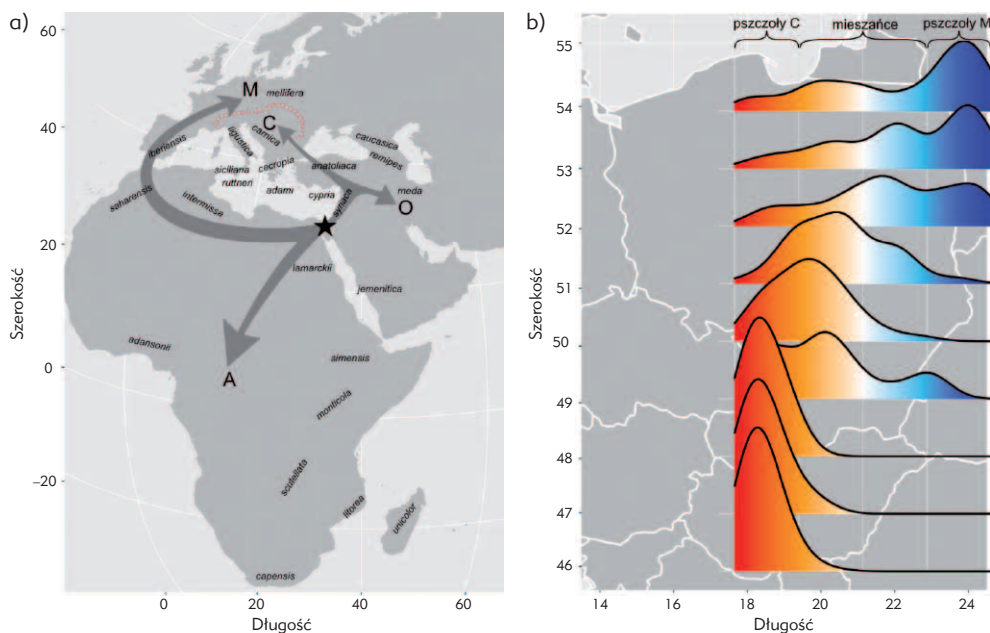
i różnych żyłek w jego obrębie oraz pigmentacja ciała. Ruttner (1988) zaproponował wyróżnienie 24 podgatunków pszczoły miodnej. Nowsze prace wykorzystujące bardziej zaawansowane metody analizy morfologicznej oraz markerów molekularnych z grubsza potwierdziły zaproponowany podział, chociaż z czasem liczba uznawanych podgatunków wzrosła do co najmniej 30 (Sheppard i Meixner 2003, Chen i in. 2016). Nie jest jasne, na ile dokładna jest ta liczba, ponieważ samo pojęcie podgatunku nie zostało precyzyjnie zdefiniowane. Wiele ekotypów było wcześniej określanymi jako podgatunki. Poszczególne podgatunki mogą cechować się wysoką plastycznością fenotypową, tj. zdolnością do wytwarzania różnych fenotypów w odpowiedzi na warunki środowiska (Gruber i in. 2013).

Wiele wskazuje na to, że Europa została skolonizowana z dwóch kierunków: od strony Azji Mniejszej i z północno-zachodniej Afryki, co skutkuje występowaniem w Europie dwóch odrębnych linii ewolucyjnych (M i C) (ryc. 4.1a). Wallberg i in. (2014) szacują, że podział na podgatunki w ramach każdej linii prawdopodobnie nastąpił w Europie 13 000–38 000 lat temu, co odpowiada w przybliżeniu ostatniemu zlodowaceniowi. Naturalną granicą dla gałęzi M i C w Europie były łańcuchy górskie Alp i Karpat. Na północ od nich występował należący do gałęzi M podgatunek *A. m. mellifera*, zwykle określanym w Polsce jako pszczoła środkowoeuropejska, natomiast na południe – kilka podgatunków z gałęzi C: *A. m. ligustica* (pszczoła włoska), *A. m. carnica* (pszczoła kraińska), *A. m. macedonica* (pszczoła macedońska) oraz kolejne trzy podgatunki w Grecji i na wyspach śródziemnomorskich. Pszczoła włoska i kraińska są obecnie preferowane przez wielu pszczelarzy na całym świecie, gdyż odznaczają się cechami ułatwiającymi ich wykorzystanie w gospodarce pasiecznej. Z tego powodu podgatunki te były i są masowo eksportowane poza obszary swojego oryginalnego występowania.

Z kolei pszczoła środkowoeuropejska *A. m. mellifera*, która pierwotnie zasiedlała większą część Europy na północ od Alp i Karpat, jest obecnie podgatunkiem zanikającym w całym pierwotnym zasięgu w wyniku zastępowania jej w pszczelarstwie wyżej wymienionymi podgatunkami z gałęzi C (De la Rúa i in. 2009). Warto w tym miejscu odnotować, że nazwa „pszczoła środkowoeuropejska”, która utrwaliła się w języku polskim dla podgatunku *A. m. mellifera*, jest całkowicie nieadekwatna, biorąc pod uwagę rozmieszczenie podgatunku od Wysp Brytyjskich na zachodzie, po Ural na wschodzie i od Alp i Karpat na południu, po południową Skandynawię na północy. W innych językach podgatunek ten określanym jest jako „ciemna pszczoła” (ang. *dark bee*, niem. *Dunklebieenie*).

A. m. mellifera zasiedlała większą część Polski, być może poza Karpatami i przyległymi kotlinami podkarpackimi. Ścisłej rzecz biorąc, granica między *A. m. mellifera* a *A. m. carnica* nie została zbadana, zanim uległa zatarciu w wyniku działalności ludzi (Bornus i in. 1966, Gromisz 1981, Ruttner 1988). Być może pierwotnie w południowej Polsce istniała szeroka strefa hybrydyzacji między obydwoma podgatunkami. Naturalną barierą oddzielającą te podgatunki mógł być łańcuch górski Karpat,

jednak wyniki badań sprzed kilkudziesięciu lat wskazują, że zapewne *A. m. carnica* przedostawała się w Polsce na północną stronę Karpat. Nie jest to specjalnie zaskakujące, gdy weźmie się pod uwagę, że Karpaty nie są skuteczną barierą biogeograficzną dla pszczoły miodnej. Potencjalną naturalną drogą migracji pszczół kraińskich na teren Polski może być Przełęcz Dukielska, która jest najniżej położoną (500 m n.p.m.) przełęczą w głównym grzbiecie Karpat, oraz Brama Morawska na zachód od Karpat.



Ryc. 4.1. a) Dominująca obecnie hipoteza dotycząca pochodzenia i ekspansji pszczoły miodnej *Apis mellifera*. Gatunek powstał prawdopodobnie na Bliskim Wschodzie, a następnie dokonał ekspansji poprzez cztery odrębne linie, tradycyjnie nazywane A, M, C i O (na podstawie Han i in. 2012). Polska leży niemal w całości w zasięgu podgatunku *A. m. mellifera*, chociaż na południu kraju rozciągała się przypuszczalna strefa hybrydyzacji z innymi podgatunkami z linii C. b) Współcześnie na terenie Polski wciąż dominują geny *A. m. mellifera*, chociaż w wyniku importu matek C doszło do silnego zmieszania obu podgatunków. Udział genów rodzimego podgatunku maleje z północy na południe (Oleksa i in. 2018) (rys. A. Oleksa na podstawie: Han i in. 2012, zmienione)

Pszczoła kraińska nie była jedynym źródłem genów z linii C, które przedostawały się na teren Polski. Według Ruttnera (1988) na wschód od Karpat, wzdłuż wybrzeża Morza Czarnego, od Bułgarii po Ukrainę, rozciąga się obszar występowania podgatunku *A. m. macedonica*. Podgatunek ten mógł migrować w naturalny sposób przez Podole na teren Polski. Ewentualna domieszka pszczoły macedońskiej jest jednak słabo rozpoznana, gdyż zarówno pod względem genetycznym, jak i morfologicznym

jest ona bardzo podobna do pszczoły kraińskiej. Ponadto obydwie podgatunki spotykają się wzdłuż Karpat Wschodnich, gdzie zapewne tworzą szeroką strefę hybrydyzacji. Niekiedy pszczoły z Karpat opisywane są jako odrębny podgatunek *A. m. carpatica*. Ruttner (1988) nie znalazł wystarczających przesłanek, by uznać odrębność pszczół karpaccich. Podobnie pszczoły z Ukrainy opisywane były jako pszczoły stepowe lub ukraińskie *A. m. sossimai*.

Wpływ człowieka na różnorodność genetyczną pszczół miodnych

Oprócz presji doboru naturalnego ważnym czynnikiem, który kształtował obecną różnorodność pszczół miodnych na całym świecie, był człowiek. Udomowienie prowadziło do selekcji cech, które zwiększały produktywność (Parker i in. 2010). Ponadto człowiek przemieszczał matki i całe rodziny różnych podgatunków poza zasiedlane przez nie pierwotnie areale. Zmienność obserwowana obecnie u pszczół miodnych na określonym terenie jest zatem wynikiem naturalnej, jak i sztucznej selekcji, a także przepływu genów o charakterze naturalnym lub wywołanym działalnością człowieka (Leclercq i in. 2018).

Ludzie zaczęli użytkować pszczołę miodną stosunkowo niedawno w skali całej historii ewolucyjnej tego gatunku. Na podstawie porównań mitochondrialnego DNA można powiedzieć, że pszczoła miodna oddzieliła się od innych gatunków z rodzaju *Apis* co najmniej 6 milionów lat temu, a podgatunki należące do tego rodzaju zaczęły się wyodrębniać około 1 miliona lat temu (Wallberg i in. 2014). Natomiast najdawniejsze ślady gospodarki pszczelarskiej pochodzą sprzed zaledwie kilku tysięcy lat. Istnieją dowody na to, że w starożytnym Egipcie gospodarka pasieczna istniała 4,5 tysiąca lat temu, przy czym chodzi nie o doraźną i rabunkową eksploatację napotkanych rodzin pszczelich, ale rozmyślnie zarządzanie pszczołami, które pozwalało na pozyskiwanie z nich miodu przez kolejne lata. Można zatem przyjąć, że istotne oddziaływanie człowieka zachodziło w czasie krótszym niż ułamek procenta całej historii gatunku. Mimo to wpływ człowieka jest bardzo ważny z punktu widzenia współczesnego rozmieszczenia i różnorodności pszczoły miodnej. Wraz z rozwojem nowych technik i doskonaleniem sprzętu człowiek stopniowo stawał się pszczelarzem, a następnie hodowcą pszczół, który prowadził selekcję i transportował pszczoły na dalekie odległości. Od początku XVII wieku obszar występowania *A. mellifera* rozszerzył się bardzo mocno w wyniku przeniesienia pszczół przez Europejczyków do kolonii w Amerykach i Australii (Crane 1999). Obecnie gatunek *A. mellifera* występuje na wszystkich kontynentach poza Antarktydą i zaadaptował się do życia w bardzo zróżnicowanym środowisku i warunkach klimatycznych. Pierwotne praktyki pszczelarskie prawdopodobnie nie wpływały na rozmieszczenie podgatunków pszczół miodnych. Dopiero w XIX stuleciu zaczęto importować do Polski matki

pszczele innych podgatunków, jednak na małą skalę. Jeden z pierwszych udokumentowanych w literaturze importów pszczół został przeprowadzony przez Jana Dzierżonę, który w 1853 roku sprowadził z Włoch pszczoły włoskie o żółtej barwie odwłoka dla krzyżówek z miejscowymi czarnymi pszczołami, celem weryfikacji teorii dzierżorództwa (Kaiser 1975). Skala importu i wymiany matek różnych podgatunków nie była duża aż do drugiej połowy XX wieku, kiedy zaczęto masowo sprowadzać do Polski matki krajinskie, głównie z Austrii i Słowenii. Importowany materiał hodowlany był również rozmnażany w Polsce. Obecnie pszczelarze są wręcz zachęceni do wymiany matek dzięki dopłatom z funduszy europejskich. Zjawisko to przyczynia się w ostatnich latach do masowej wymiany całego pogłowia pszczół i zaniku populacji lokalnych. W ich miejsce powstają nowe mieszańcowe populacje o różnym udziale genów populacji wyjściowych.

Populacje *A. m. mellifera* (należące do gałęzi M) uległy w różnym stopniu hybrydyzacji lub zastąpieniu nie tylko w Polsce, ale na większości ich rodzimego obszaru występowania. Przyczyną jest import matek pszczelich, głównie z podgatunków *A. m. carnica* i *A. m. ligustica* (należące do gałęzi C) (Jensen i in. 2005, De la Rúa i in. 2009, Oleksa i in. 2011, Parejo i in. 2016). Eksperymentalnie (poprzez sztuczne unasiennianie) dowiedziono, że wszystkie podgatunki *A. mellifera* mogą z powodzeniem krzyżować się, mimo że w warunkach naturalnych obserwowano częściowe bariery rozrodcze między nimi (Koeniger i Koeniger 2000). Zaobserwowano m.in., że matki pszczoły środkowoeuropejskiej części są unasienniane przez trutnie z własnego podgatunku (Oleksa i in. 2013). Mimo wszystko bariery rozrodcze między podgatunkami nie są kompletne i gdy dochodzi do kontaktu wielu podgatunków, nieuchronnie skutkuje to rozwojem populacji mieszańcowych. Taka sytuacja może wystąpić między podgatunkami lokalnymi i importowanymi lub między wieloma importowanymi podgatunkami.

Zwiększanie domieszki obcych podgatunków w populacjach rodzimych jest na ogół niepożądane. Dlatego też, gdy populacje te są zagrożone, pula genowa powinna być utrzymywana w programach hodowlanych populacji zamkniętych, na obszarach chronionych. W kilku krajach europejskich ustanowiono obszary chronione dla lokalnych populacji *A. m. mellifera* lub tego, co z nich zostało (Bouga i in. 2011). Rodzime podgatunki pszczół miodnych i ekotypy regionalne charakteryzują się adaptacjami do lokalnego środowiska (Ruttner 1988). W konsekwencji mają zwykle wyższą przeżywalność w swoim rodzimym obszarze w porównaniu z podgatunkami importowanymi (Büchler i in. 2014).

Niektóre linie hodowlane pszczoły miodnej są szczególnie preferowane przez pszczelarzy, np. linia hodowlana Buckfast, zapoczątkowana przez brata Adama z Buckfast Abbey w Wielkiej Brytanii (Adam 1987). Linia ta jest wynikiem krzyżowania się wielu podgatunków należących do wszystkich czterech głównych gałęzi ewolucyjnych pszczoły miodnej i można ją uznać za źródło „zanieczyszczenia genetycznego” w kontekście ochrony rodzimych podgatunków.

Obecna różnorodność genetyczna pszczoły miodnej w Polsce

W ostatnich dekadach dokonał się duży postęp w zakresie metod oceny pochodzenia pszczół lub inaczej przyporządkowania ich do określonych podgatunków, zarówno jeśli chodzi o metody oceny morfologicznej, opierające się na mierzalnych cechach zewnętrznych pszczół (Tofilski 2008), jak i metody molekularne, wykorzystujące zmienność na poziomie DNA (Oleksa i Burczyk 2010, Meixner i in. 2013). Pozwoliło to na ocenę sytuacji w Polsce, która pierwotnie objęta była zasięgiem pszczoły środkowoeuropejskiej *A. m. mellifera*, niecieszącej się dobrą opinią wśród pszczelarzy, gdyż mimo dobrego przystosowania do chłodnego klimatu, rozwój rodzin tego gatunku po zimowli jest stosunkowo wolny. W obiegowej opinii pszczoła środkowoeuropejska jest uważana za pszczołę o silniejszym instynkcie obronnym, stąd od dawna była stopniowo zastępowana na obszarze całego kraju materiałem hodowlanym wywodzącym się z gałęzi C, a zwłaszcza pszczołą kraińską. W ostatnich latach proces wymiany rodzimej pszczoły na inne podgatunki obcego pochodzenia wyraźnie przyspieszył za sprawą dopłat do wymiany matek. Można się więc spodziewać, że obecnie *A. m. mellifera* jest w Polsce w zaniku, zastępowana przez pszczoły wywodzące się z gałęzi C. W celu ustalenia obecnego stanu różnorodności genetycznej i rozmieszczenia podgatunków pszczoły miodnej w Polsce przeprowadzono w ostatnich latach badania opierające się na markerach DNA (Oleksa i in. 2018). W badaniach tych uwzględniono dwie klasy markerów różniące się sposobem dziedziczenia. Wykorzystano zarówno markery DNA jądrowego (tzw. mikrosatelity), jak i mitochondrialnego. Te pierwsze dziedziczą się po obydwójgu rodzicach, zgodnie z zasadą, że po zapłodnieniu jaja połowa chromosomów pochodzi od matki, a połowa od trutnia. Markery mikrosatelitarne pozwalają na szacowanie pokrewieństwa czy podobieństwa między populacjami. Genom mitochondrialny dziedziczy się wyłącznie po matce. Tak dobrane markery pozwalają odseparować od siebie efekty przepływu genów za pośrednictwem matek i trutni, zgodnie z zasadą, że przewaga obcych genów zaobserwowana w mitochondrialnym DNA dowodzi, iż rzeczywiście przepływ obcych genów dokonuje się za pośrednictwem importu matek.

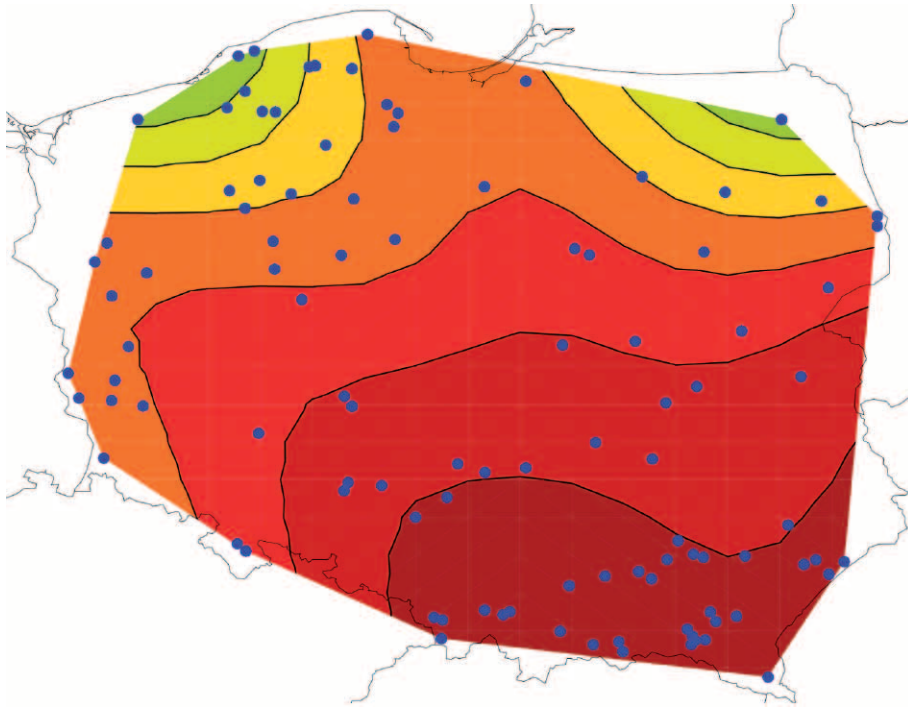
Uzyskane wyniki potwierdziły, że nasz kraj zalewany jest materiałem obcego pochodzenia i że import ten dokonuje się za pośrednictwem wymiany matek, na co wskazuje różnica między ilością genów z gałęzi C w puli jądrowej i mitochondrialnej na korzyść tej drugiej. W północnej Polsce udział genów rodzimego gatunku w puli jądrowej wynosi 66%, jednak tylko niespełna 40% pszczół posiada mitochondrialne DNA (tzw. mitotyp) rodzimego pochodzenia. Pszczół, które można by zaliczyć do pszczoły środkowoeuropejskiej, nie spotyka się w zasadzie na południe od równoleżnika 52°N, tj. szerokości geograficznej, na jakiej położona jest Warszawa. Na południu Polski dominują pszczoły wywodzące się z gałęzi C (ryc. 4.1b). Można je

określić jako kraińskie, chociaż południowy wschód kraju znajduje się pod wyraźnym wpływem pszczoły macedońskiej *A. m. macedonica* – podgatunku zbliżonego do pszczoły kraińskiej, ale żyjącego na wschód od łańcucha Karpat, wzdłuż wybrzeży Morza Czarnego. Obydwa podgatunki są zresztą bardzo do siebie zbliżone genetycznie i trudno je odróżnić nawet za pomocą metod molekularnych. Wynika z tego, że obecnie znaczna część naszych pszczół to mieszańce między gałęziami M i C, przy czym w północnej Polsce wciąż jeszcze można odnaleźć stosunkowo „czyste” pszczoły środkowoeuropejskie – nie tylko w zamkniętych rejonach hodowli (takich jak Puszcza Augustowska), ale w całym północnym pasie Polski. Może wydawać się to zaskakujące, jeśli weźmie się pod uwagę znaczne natężenie importu matek C, że w całej Polsce stosunkowo mało liczne są pszczoły czystego podgatunku kraińskiego. Zawierają one zwykle różną domieszkę genów pszczoły środkowoeuropejskiej, co można wytłumaczyć tym, że sprowadzane nieunasiennione matki na miejscu są unasienniane przez lokalne trutnie, dzięki czemu potomstwo ma mieszane pochodzenie. Nawet jeżeli sprowadzane są matki sztucznie unasiennione, to matki potomne w kolejnych pokoleniach mogą być unasienniane przez lokalne trutnie, co powoduje stopniowe „rozcieńczenie” importowanych genów. Poziom zachowania puli genowej *A. m. mellifera* koreluje z warunkami klimatycznymi, co może wskazywać na ograniczającą rolę klimatu w północnej Polsce. Szczególnie dobrze z udziałem genów M koreluje temperatura najchłodniejszego miesiąca. Wydaje się więc, że warunki w trakcie zimowania mogą stanowić krytyczny moment dla rodzin pszczelich o obcym pochodzeniu, wywodzących się z cieplejszych rejonów Europy.

Na podstawie morfometrycznych badań 4165 skrzydeł należących do 2085 robotnic pochodzących ze 102 pasiek, biorących udział w projekcie „Pszczoły wracają do lasu”, stwierdzono podobny rozkład pszczół z linii ewolucyjnych C i M. Linia ewolucyjna C dominuje na południowym wschodzie Polski, a jej udział maleje w kierunku północnym, gdzie stwierdzono więcej pszczół linii M (ryc. 4.2). Niewielkie odstępstwa od tego rozkładu zaobserwowano jedynie w kilku pasiekach z okolic Zatoki Gdańskiej.

Najbardziej zaskakującym wynikiem badań polskich populacji jest wykrycie, że u około 2% badanych pszczół stwierdzono mitochondrialne DNA linii A, co dowodzi sprowadzania materiału hodowlanego o pochodzeniu afrykańskim (Oleksa i in. 2021). Trudno powiedzieć, czy sprowadzono pszczoły wprost z Afryki, czy też może wprowadzono afrykańskie geny za pośrednictwem mieszańców hodowanych w Europie. Wiadomo, że niektóre linie hodowlane mogą być mieszańcami z udziałem genów podgatunków afrykańskich. W szczególności linia hodowlana Buckfast może częściowo zawierać geny afrykańskiego pochodzenia. Ogólnie przyjmuje się, że pszczoły Buckfast posiadają DNA mitochondrialne typu C, jednak wyniki niektórych badań wskazują, że do krzyżówek w celu uzyskania linii Buckfast zostały użyte dwa afrykańskie podgatunki, *A. m. sahariensis* i *A. m. monticola*. Warto jednak zauważyć, że pszczoły Buckfast mogą być bardzo niejednorodne, a udział w ich geno-

mie afrykańskich przodków może się znacznie różnić. Nie ma bowiem centralnego nadzoru nad programem hodowlanym tej linii i zasadniczo każdy pszczelarz może produkować mieszańce i dystrybuować je jako „pszczoły Buckfast”.



Ryc. 4.2. Obecność na terenie Polski linii ewolucyjnej C (kolor czerwony) i linii ewolucyjnej M (kolor zielony) stwierdzona na podstawie pomiarów skrzydeł (rys. A. Tofilski)

Sprowadzanie pszczół z odległych rejonów świata nie tylko zagraża rodzimej bioróżnorodności, ale także wiąże się z ryzykiem upowszechniania niepożądanych cech użytkowych i chorób. Obce pszczoły mogą być nosicielami pasożytów i patogenów, które nie występują w lokalnych populacjach. Afrykańskie podgatunki pszczół miodnych okazały się inwazyjne na obu kontynentach amerykańskich. Dlatego USA i niektóre inne kraje wprowadziły procedurę certyfikacji w celu wykrycia oraz kontroli rozprzestrzeniania się pszczół pochodzenia afrykańskiego. Niestety, taka kontrola nie została wdrożona w Unii Europejskiej (UE), gdzie dozwolone jest importowanie matek spoza UE. W takich przypadkach sprawdza się tylko zdrowie pszczół, ale nie ich pochodzenie genetyczne (rozporządzenie Komisji (UE) 206/2010). Matki pszczoły importowane są do UE m.in. z Argentyny, gdzie występują wysoce agresywne pszczoły zafrykanizowane.

Podgatunki pszczoły miodnej zasługujące w Polsce na ochronę

Podsumowując, należy stwierdzić, że sprowadzanie obcych podgatunków pszczoły miodnej ma daleko idące konsekwencje dla zasobów zmienności genetycznej pszczół w Polsce. O ile pierwotnie na terenie kraju występowały populacje mieszczące się w zakresie zmienności *A. m. mellifera* (z ewentualnymi domieszkami *A. m. carnica* na południu), o tyle obecnie sytuacja zmierza w kierunku populacji składających się z mieszańców – już nie tylko tych dwóch podgatunków, ale także pszczół z innych kontynentów. Z drugiej strony są jeszcze w kraju rejony, gdzie występują stosunkowo dobrze zachowane populacje pszczół rodzimych. Dotyczy to zwłaszcza słabiej zagospodarowanych terenów w północnej Polsce. Celem ochrony zachowawczej pszczoły miodnej powinno być zabezpieczenie istniejących resztek rodzimej zmienności genetycznej. W realizację tego celu dobrze wpisuje się chów wolnościowy w barciach i kłodach na terenie lasów państwowych. Miejsca gniazdowania pszczół po przygotowaniu powinny być pozostawione do naturalnej kolonizacji przez rodzinę pszczelą. Tym samym będą mogły stanowić refugium dla lokalnych ekotypów pszczół, zagrożonych w wyniku importu matek pszczelich z odległych populacji.

Oprócz barci i kłód w lasach państwowych prowadzone są również pasieki. Jeśli pszczelarz zdecyduje się na zakup matek, powinien wybrać lokalnego hodowcę, oferującego matki należące do rodzimego podgatunku i przystosowane do lokalnych warunków klimatycznych. Do rodzin produkcyjnych najlepiej kupować matki nieunasiennione lub matki unasiennione naturalnie.

Wnioski

Wymiana matek pszczelich przez pszczelarzy jest największym zagrożeniem dla rodzimych podgatunków i ekotypów pszczoły miodnej. Na większości obszaru Polski doszło do zmieszania rodzimych populacji z pszczołami obcego pochodzenia. Udział genów rodzimego podgatunku maleje z północy na południe. Na południe od Warszawy pszczół, które można sklasyfikować jako czyste *A. m. mellifera*, praktycznie się już nie spotyka. Jednak nawet na tym obszarze ich geny przetrwały w osobnikach o mieszanym pochodzeniu. Rodzime populacje pszczoły miodnej stanowią rezerwuary różnorodności genetycznej i zdolności do adaptacji w lokalnym środowisku. Poza ochroną wybranych linii lokalnych pszczół, w ramach zamkniętych regionów hodowli, rozwiązaniem problemu zaniku pszczół lokalnych może być ochrona dzikiej populacji pszczoły miodnej w lasach, pod warunkiem stworzenia dużej liczby miejsc do gniazdowania, w których miejsce do życia znalazłaby liczna populacja pszczół.

Literatura

- Abrol D.P. 2012. *Pollination Biology. Biodiversity Conservation and Agricultural Production*, Springer.
- Adam B. 1987. *Beekeeping at Buckfast Abbey*. 4th ed. Northern Bee Books.
- Aizen M.A., Harder L.D. 2009. The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. *Current Biology*, 19 (11), 915–918. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.071>
- Albrecht M., Schmid B., Hautier Y., Müller C.B. 2012. Diverse pollinator communities enhance plant reproductive success. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279, 4845–4852.
- Arias M.C., Sheppard W.S. 1996. Molecular phylogenetics of honey bee subspecies (*Apis mellifera* L.) inferred from mitochondrial DNA sequence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 5 (3), 557–566.
- Banaszak J. 1993. *Ekologia pszczół*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Poznań.
- Banaszak J. 2004. *Pszczoly Apidae*. W: *Fauna Polski, charakterystyka i wykaz gatunków*. T. II. Red. W. Bogdanowicz, E. Chudzicka, I. Pilipiuk, E. Skibińska. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Biliński M. 2002. *Sezonowy chów trzmieli*. Polski Klub Ekologiczny, Kraków.
- Bornus I., Demianowicz A., Gromisz M. 1966. Morfometryczne badania krajowej pszczoły miodnej. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 10 (1–4), 1–46.
- Bouga M., Alaux C., Bieńkowska M., Büchler R., Carreck N.L., Cauia E., Chlebo R., Dahle B., Dall’Olio R., De la Rúa P., Gregorc A., Ivanova E., Kence A., Kence M., Kezic N., Kiprijanovska H., Kozmus P., Kryger P., Le Conte Y., Wilde J. 2011. A review of methods for discrimination of honey bee populations as applied to European beekeeping. *Journal of Apicultural Research*, 50 (1), 51–84.
- Brittain C., Kremen C., Klein A.M. 2013. Biodiversity buffers pollination from changes in environmental conditions. *Global Change Biology*, 19, 540–547.
- Büchler R., Costa C., Hatjina F., Andonov S., Meixner M.D., Le Conte Y., Uzunov A., Berg S., Bieńkowska M., Bouga M., Drazic M., Dyrba W., Kryger P., Panasiuk B., Pechhacker H., Petrov P., Kezić N., Korpela S., Wilde J. 2014. The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of *Apis mellifera* L. colonies in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 53 (2), 205–214.
- Celary W., Flaga S. 2015. *Pszczoly dziko żyjące (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) – klucz do rozpoznawania rodzin i rodzajów pszczół wraz z ich charakterystyką*. Zespół Parków Krajobrazowych Województwa Małopolskiego, Kraków.
- Celary W., Wiśniowski B. 2001. Contribution to bee fauna (Hymenoptera: Apoidea) of Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 44, 413–418.
- Celary W., Wiśniowski B. 2003. Contribution to the bee fauna (Hymenoptera: Apoidea) of Poland II. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 46, 359–364.
- Celary W., Wiśniowski B. 2007. Contribution to the bee fauna (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) of Poland. III. *Journal of Apicultural Science*, 51, 65–71.

- Celary W., Wiśniowski B. 2011. Contribution to bee fauna (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) of Poland. IV. Journal of Apicultural Science, 55, 141–148.
- Chen C., Liu Z., Pan Q., Chen X., Wang H., Guo H., Liu S., Lu H., Tian S., Li R., Shi W. 2016. Genomic Analyses Reveal Demographic History and Temperate Adaptation of the Newly Discovered Honey Bee Subspecies *Apis mellifera sinixinyuan* n. ssp. Molecular Biology and Evolution, 33 (5), 1337–1348.
- Crane E. 1999. The world history of beekeeping and honey hunting. Routledge.
- De la Rúa P., Jaffé R., Dall'Olio R., Muñoz I., Serrano J. 2009. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. Apidologie, 40 (3), 263–284.
- Franck P., Garnery L., Loiseau A., Oldroyd B.P., Hepburn H.R., Solignac M., Cornuet J.-M. 2001. Genetic diversity of the honeybee in Africa: Microsatellite and mitochondrial data. Heredity, 86 (4), 420–430.
- Fürst M.A., McMahon D.P., Osborne J.L., Paxton R.J., Brown M.J.F. 2014. Disease associations between honeybees and bumblebees as a treat to wild pollinators. Nature, 506, 364–366.
- 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 (3), 810–821.
- Garibaldi L.A., Steffan-Dewenter I., Winfree R., Aizen M.A., Bommarco R. i in. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. Science, 339, 1608–1611.
- Garnery L., Cornuet J.M., Solignac M. 1992. Evolutionary history of the honey bee *Apis mellifera* inferred from mitochondrial DNA analysis. Molecular Ecology, 1 (3), 145–154.
- Goulson D., Darvill B. 2004. Niche overlap and diet breadth in bumblebees: are rare species more specialised in their choice of flowers? Apidologie, 35, 55–63.
- Goulson D., Sparrow K.R. 2009. Evidence for competition between honeybees and bumblebees. Effects on bumblebee worker size. Journal of Insect Conservation, 13, 177–181.
- Greenleaf S.S., Kremen C. 2006. Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 103, 589–596.
- Gromisz M. 1981. Rasy pszczół w Polsce. Pszczelarstwo, 4, 2–4.
- Gruber K., Schöning C., Otte M., Kinuthia W., Hasselmann M. 2013. Distinct subspecies or phenotypic plasticity? Genetic and morphological differentiation of mountain honey bees in East Africa. Ecology and Evolution, 3 (10), 3204–3218.
- Grünewald B. 2010. Is Pollination at Risk? Current Threats to and Conservation of Bees. GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society, 19 (1), 61–67.
- Han F., Wallberg A., Webster M.T. 2012. From where did the Western honeybee (*Apis mellifera*) originate? Ecology and Evolution, 2 (8), 1949–1957.
- Hepburn H.R., Radloff S.E. 2011. Honeybees of Asia. Springer.
- IPBES. 2016. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Eds. S.G. Potts, V.L. Imperatriz-Fonseca, H.T. Ngo. IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- Jabłoński B., Ruskowski A. 2000. Rośliny pokarmowe pszczół. Polski Klub Ekologiczny.

- Jensen A.B., Palmer K.A., Boomsma J.J., Pedersen B.V. 2005. Varying degrees of *Apis mellifera ligustica* introgression in protected populations of the black honeybee, *Apis mellifera mellifera*, in northwest Europe. *Molecular Ecology*, 14 (1), 93–106.
- Kaiser F. 1975. Einfuhrung der Italienischen Biene in Deutschland durch Johann Dzierzon im Jahre 1853. *Allg Dtsch Imkerztg.*
- Klein A.M., Vaissière B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C., Tscharntke T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*, 274, 303–313.
- Koeniger N., Koeniger G. 2000. Reproductive isolation among species of the genus *Apis*. *Apidologie*, 31 (2), 313–339.
- Kohl P.L., Rutschmann B. 2018. The neglected bee trees: European beech forests as a home for feral honey bee colonies. *PeerJ*, 6:e4602.
- Kosior A., Celary W., Olejniczak P., Fijał J., Król W., Solarz W., Płonka P. 2007. The decline of the bumble bees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidea: Bombini) of Western and Central Europe. *Oryx*, 41, 79–88.
- Leclercq G., Gengler N., Francis F. 2018. How human reshaped diversity in honey bees (*Apis mellifera* L.): a review. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 71. doi: 10.25518/2030-6318.4050
- Mallinger R.E., Gaines-Day H.R., Gratton C. 2017. Do managed bees have negative effects on wild bees?: A systematic review of the literature. *PLOS ONE*, 12.
- McCall C., Primack R.B. 1992. Influence of flower characteristics, weather, time of day, and season on insect visitation rates in three plant communities. *American Journal of Botany*, 79, 434–442.
- Meixner M.D., Costa C., Kryger P., Hatjina F., Bouga M., Ivanova E., Büchler R. 2010. Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research*, 49 (1), 85–92.
- Meixner M.D., Pinto M.A., Bouga M., Kryger P., Ivanova E., Fuchs S. 2013. Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52 (4), 1–28.
- Michener C.D. 2000. *The bees of the world*. JHU Press.
- Oleksa A., Burczyk J. 2010. Markery DNA w hodowli zachowawczej rodzimych linii pszczoły miodnej. *Wiadomości Zootechniczne*, 48 (1), 55–67.
- Oleksa A., Chybicki I., Tofilski A., Burczyk J. 2011. Nuclear and mitochondrial patterns of introgression into native dark bees (*Apis mellifera mellifera*) in Poland. *Journal of Apicultural Research*, 50 (2), 116–129.
- Oleksa A., Wilde J., Tofilski A., Chybicki I.J. 2013. Partial reproductive isolation between European subspecies of honey bees. *Apidologie*, 44 (5), 611–619.
- Oleksa A., Abonyi T., Chybicki I., Kusza S., Meyza K., Nawrocka A., Sztupecka E., Tofilski A., Ulaszewski B. 2018. Gradient hybridyzacji pomiędzy podgatunkami pszczoły miodnej w Europie Środkowej. 55. Naukowa Konferencja Pszczelarska, 27–28.
- Oleksa A., Kusza S., Tofilski A. 2021. African hybridisation – a new threat to the genetic diversity of honey bees in Central Europe (submitted manuscript).

- Parejo M., Wragg D., Gauthier L., Vignal A., Neumann P., Neuditschko M. 2016. Using Whole-Genome Sequence Information to Foster Conservation Efforts for the European Dark Honey Bee, *Apis mellifera mellifera*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 4. <https://doi.org/10.3389/fevo.2016.00140>
- Parker R., Melathopoulos A.P., White R., Pernal S.F., Guarna M.M., Foster L.J. 2010. Ecological Adaptation of Diverse Honey Bee (*Apis mellifera*) Populations. *PLOS ONE*, 5 (6), e11096
- Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C., Neumann C., Schweger O., Kunin W.E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25, 345–353.
- Potts S., Biesmeijer K., Bommarco R., Breeze T., Carvalho L. i in. 2015. Status and trends of European pollinators. Key findings of the STEP project. Pensoft Publishers, Sofia.
- Rader R., Howlett B.G., Cunningham S.A., Westcott D.A., Newstrom-Lloyd L.E., Walker M.K., Teulon D.A.J., Edwards W. 2009. Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as effective as the honeybee in a mass flowering crop. *Journal of Applied Ecology*, 46, 1080–1087.
- Rader R., Edwards W., Westcott D.A., Cunningham S.A., Howlett B.G. 2011. Pollen transport differs among bees and flies in a human-modified landscape. *Diversity and Distributions*, 17, 519–529.
- Rader R., Edwards W., Westcott D.A., Cunningham S.A., Howlett B.G. 2013. Diurnal effectiveness of pollination by bees and flies in agricultural *Brassica rapa*: implications for ecosystem resilience. *Basic and Applied Ecology*, 14, 20–27.
- Rader R., Bartomeus I., Garibaldi L.A., Garratt M.P.D., Howlett B.G. i in. 2016. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 146–151.
- Requier F., Paillet Y., Laroche F., Rutschmann B., Zhang J., Lombardi F., Svoboda M., Stefan-Dewenter I. 2020. Contribution of European forests to safeguard wild honeybee populations. *Conservation Letters*, 13 (2). <https://doi.org/10.1111/conl.12693>
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 roku w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz.U. z 2016 r., poz. 2183).
- Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 18 grudnia 2019 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz.U. z 2020 r., poz. 26).
- Ruszkowski A., Biliński M., Kaczmarska K. 1988. Rośliny pokarmowe i znaczenie gospodarcze pszczoł spójnicowatych (*Apoidea*, *Mellitidae*) oraz nowe formy spójnicy (*Melitta* Kirby). *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, XXXII, 111–134.
- Ruttner F. 1988. Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer-Verlag.
- Seeley T. 2019. The lives of bees: The untold story of the honey bee in the wild. Princeton University Press.
- Sheppard W.S., Meixner M.D. 2003. *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee subspecies from Central Asia. *Apidologie*, 34 (4), 367–375.
- Sikora A., Michoła P., Kadej M., Sikora M., Tarnawski D. 2018. Pszczoły w mieście. Trzmięle Wrocławia. Red. A. Sikora, P. Michoła. Stowarzyszenie Natura i Człowiek, Wrocław.

- Szafer W. 1969. Kwiaty i zwierzęta. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Tofilski A. 2008. Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies. *Apidologie*, 39 (5), 558–563.
- Topolska G., Gajda A., Pohorecka K., Bober A., Kasprzak S., Skubida M., Semkiw P. 2010. Winter colony losses in Poland. *Journal of Apicultural Research*, 49 (1), 126–128.
- van Engelsdorp D., Hayes J., Underwood R.M., Pettis J. 2008. A Survey of Honey Bee Colony Losses in the U.S., Fall 2007 to Spring 2008. *PLOS ONE*, 3 (12), e4071
- Wallberg A., Han F., Wellhagen G., Dahle B., Kawata M., Haddad N., Simões Z.L.P., Allsopp M.H., Kandemir I., De la Rúa P., Pirk C.W., Webster M.T. 2014. A worldwide survey of genome sequence variation provides insight into the evolutionary history of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature Genetics*, 46, 1081–1088.
- Whitfield C.W., Behura S.K., Berlocher S.H., Clark A.G., Johnston J.S., Sheppard W.S., Smith D.R., Suarez A.V., Weaver D., Tsutsui N.D. 2006. Thrice Out of Africa: Ancient and Recent Expansions of the Honey Bee, *Apis mellifera*. *Science*, 314 (5799), 642–645.
- Wójtowski F. 1998. Dziko żyjące pszczołowate – chów i użytkowanie. W: *Pszczelnictwo*. Red. J. Prabucki, Wydawnictwo Promocyjne Albatros.
- Wróblewski R. 1998. Barcie, klody, kószki i ule polskie. Sądecki Bartnik.

Rozdział 5

Pokarm pszczół i jego wykorzystanie

Krystyna Czekońska

Pszczoły (Hymenoptera: Apoidea) zależą całkowicie od pokarmu roślinnego, nektaru i pyłku produkowanego przez kwiaty różnych gatunków roślin. Dla pszczół nektar i pyłek są ważną nagrodą, jaką otrzymują od kwiatów za zapylenie. Nektar dostarcza pszczołom podstawowych węglowodanów, a pyłek jest jedynym źródłem białka oraz tłuszczu. O atrakcyjności nektaru dla pszczół decyduje jego skład, stężenie cukrów oraz ilość. Atrakcyjność pyłku zależy od zawartości białka, składu aminokwasów, zawartości tłuszczu, w tym składu kwasów tłuszczowych oraz steroli (Wright i in. 2018). O wartości pyłku decydują także metabolity wtórne (fitozwiązki) (Stevenson 2019). Jeżeli w środowisku nie ma nektaru, pszczoły miodne zbierają spadź (najczęściej pochodzącą od mszyc) lub soki roślinne (fot. 5.1). Gdy brakuje w otoczeniu pyłku kwiatowego lub nektaru, pszczoły są narażone na głód prowadzący do poważnego niedożywienia. Ważnym składnikiem diety pszczół jest także woda.



Fot. K. Czekońska

Fot. 5.1. Pszczoła miodna pobierająca sok z owocu maliny

5.1. Nektar, spadź i pyłek kwiatowy

Nektar, wydzielina tkanki nektarnikowej roślin, zawiera w swym składzie głównie węglowodany i wodę. Z węglowodanów w nektarze dominują trzy cukry: sacharoza (disacharyd) i jej dwa cukry: glukoza i fruktoza (monosacharydy). Poszczególne cukry, w zależności od gatunku rośliny, z której pochodzi nektar, występują w różnych proporcjach, a ich ogólne stężenie zwykle wynosi od 10 do 70% (Nicolson i Thornburg 2007). W nektarze czasem są obecne małe ilości maltozy, melezytozy, trehalozy lub rafinozy. Nektar może zawierać także węglowodany, których pszczoły nie trawią (np. arabinozę, galaktozę, laktozę, mannozę, ksylozę, ramnozę) i które są w większości dla nich toksyczne (Brodtschneider i Crailsheim 2010). Do niedawna uważano, że w nektarze lipy (*Tilia* spp.), w czasie suszy, z powodu nietypowego składu soków łyka, wysoki poziom może osiągnąć toksyczna dla pszczoły miodnej i trzmieli mannoza (Crane 1977). Nowsze badania nie potwierdzają tej hipotezy (Jacquemart i in. 2018). Nektary poza węglowodanami zawierają w swoim składzie także niewielkie ilości wolnych aminokwasów, kwasy organiczne, witaminy, jony metali, alkaloidy i olejki roślinne. W nektarach może być od 30 do 90% wody, która na bieżąco jest wykorzystywana na potrzeby pszczoł (Sealey 1995). Źródłem węglowodanów dla pszczoł jest także spadź, ale jej skład różni się znacznie od nektaru. Spadź zawiera większe ilości oligosacharydów, takich jak melezytoza i rafinoza, oraz więcej składników mineralnych. Skład spadzi zależy od gatunku pluskwiaka, od którego pochodzi (Shaaban i in. 2020).

Znacznie więcej składników odżywczych niż nektar czy spadź zawiera pyłek kwiatowy (gametofit męski kwiatów). Pyłek jest bogaty w białko, którego w suchej masie, zależnie od rośliny, z jakiej pochodzi, może być od 1,5 do 60% (Roulston i in. 2000, Vaudo i in. 2020). Są w nim obecne aminokwasy endogenne, takie jak prolina (do 61%), ale większe znaczenie mają aminokwasy egzogenne, które nie mogą być syntetyzowane przez organizm pszczoły i muszą być przyjmowane z pokarmem. Dla pszczoł ważnych jest 10 aminokwasów: arginina, histydyna, lizyna, tryptofan, fenyloalanina, metionina, treonina, leucyna, izoleucyna, walina (de Groot 1953). Niedobór chociażby jednego z wymienionych aminokwasów prowadzi do problemów rozwojowych pszczoł (Nicolson 2011). Drugim ważnym składnikiem odżywczym pyłku są tłuszcze (1–25% suchej masy), w skład których wchodzi liczne związki chemiczne, często o słabo poznanym jeszcze znaczeniu dla organizmu pszczoł. Tłuszcze obecne w pyłku są mocno zróżnicowane pod względem zawartości kwasów tłuszczowych i wzajemnych ich proporcji do siebie. Sugeruje się, że kwasy tłuszczowe odgrywają ważną rolę w procesie reprodukcji i rozwoju pszczoł, a niektóre z nich, jak: kwas linolowy, linolenowy, mirystynowy i laurynowy, posiadają właściwości bakteriobójcze i przeciwgrzybiczne, istotne dla higieny rodziny pszczelej (Wright i in. 2018). Dla prawidłowego rozwoju i rozmnażania pszczoł ważne są także sterole, których organizm pszczoł nie jest zdolny syntetyzować, a podobnie jak aminokwasy egzogenne znajdują się one w pyłku. Dieta bogata w sterole jest niezbędna do prawidłowo-

wego rozwoju gruczołów, m.in. tych, które u pszczoły miodnej są odpowiedzialnie za wydzielanie mleczka pszczelego. Sterole odgrywają też istotną rolę w prawidłowym rozwoju ciała tłuszczowego, a u trzmieli wzmacniają układ odpornościowy (Wright i in. 2018).

Poza białkami, aminokwasami, tłuszczami i sterolami, pyłek i nektar zawierają witaminy, składniki mineralne oraz metabolity wtórne (karotenoidy, flawonoidy, alkaloidy i fenole). Witaminy pochodzą głównie z pokarmu, ale sugeruje się, że te, których nie ma w pokarmie, mogą być syntetyzowane przez mikroorganizmy obecne w jelitach pszczół (Brodschneider i Crailsheim 2010). Pokarm jest także ważnym źródłem pierwiastków, których skład i proporcje, w jakich występują, mają wpływ na rozwój pszczół (Belsky i Joshi 2019, Filipiak 2019). Zagrożeniem dla pszczół mogą być wysokie, toksyczne stężenia metabolitów wtórnych wytwarzanych przez rośliny jako środek do chemicznej obrony przed fitofagami. Obecność tych związków może tłumaczyć selektywne zbieranie lub unikanie pokarmów o nieodpowiednim dla danego gatunku pszczół składzie fitochemicznym (Stevenson 2019). Trzeba sobie jednak zdawać sprawę z tego, że wiedza o mikroskładnikach obecnych w pokarmie pszczół jest wciąż bardzo ograniczona.

Nektar i pyłek, jak już wcześniej wspomniano, w zależności od gatunku rośliny, z której pochodzi, różni się składem chemicznym (Donkersley i in. 2017, Vaudo i in. 2020). Z tego też powodu w różnych okresach sezonu pyłki dostarczają pszczołom różnych ilości składników odżywczych (DeGrandi-Hoffman i in. 2018). Pyłki wiosenne i jesienne zawierają zbliżone ilości białka i tłuszczu, ale wiosenne mają wyższe zawartości aminokwasów i kwasów tłuszczowych, składników odżywczych, które u pszczół miodnych wspierają rozwój gruczołów odpowiedzialnych za produkcję mleczka oraz ilość wychowywanego czerwiu. Specyficzny skład białek i tłuszczu w pyłku może być czynnikiem decydującym o wyborze rośliny pokarmowej i interakcji między pszczołą a kwiatem (Liolios i in. 2015). O wartości odżywczej pyłków decyduje także ich strawność. Sugeruje się, że różnice w strawności pyłku różnych gatunków roślin wynikają głównie z różnic w budowie ścian zewnętrznych pyłku, ich porowatości, grubości czy liczby ujść łagiewkowych. U pszczoły miodnej i samotnych gatunków trawienie pyłku mogą zakłócać zawarte w nim substancje chemiczne. Przyjmuje się, że pszczoła miodna trawi do 75% zjadanego pyłku (Wright i in. 2018).

5.2. Wymagania żywienia pszczół

Pszczoły, zależnie od przynależności gatunkowej, różnią się wymaganiami żywieniowymi i sposobem żerowania. Większość pszczół to gatunki samotne i oligolektyczne, co znaczy, że samotna samica składa jaja, z których wylęgają się larwy korzystające z pokarmu przez nią zgromadzonego, pochodzącego od gatunków roślin należących do jednej rodziny lub rodzaju. O wymaganiach żywieniowych pszczół samotnych

wciąż niewiele wiemy. Lepiej poznane zostały wymagania żywieniowe pszczoły miodnej oraz trzmieli, które są generalistami, czyli żerują na wielu gatunkach roślin z różnych rodzin.

Poszczególne gatunki pszczół różnią się cyklem życiowym, w tym opieką nad larwami i ich żywieniem, odżywianiem się dorosłych osobników oraz strategią zdobywania pokarmu (Michener 2000). Larwy pszczół samotnych i trzmieli pobierają składniki odżywcze pochodzące bezpośrednio z nektaru i pyłku lub tylko pyłku. W przypadku larw pszczoły miodnej, we wczesnym stadium ich rozwoju, składniki odżywcze pochodzą wyłącznie od robotnic-karmicielek, które wydzielają mleczko pszczele. Pszczoła miodna w porównaniu z innymi pszczołami jest wyjątkowym gatunkiem, ponieważ ma zdolność przetwarzania przyjmowanego pokarmu w substancję odżywczą – mleczko pszczele. Mleczko jest wydzieliną gruczołów gardzieliowych i żuwaczkowych młodych robotnic intensywnie odżywiających się pyłkiem. Pokarm starszych larw pszczoły miodnej jest modyfikowany wraz z ich wiekiem i są one karmione mleczkiem z coraz większą ilością pyłku oraz nektaru. Tylko larwa matki pszczelej jest karmiona wyłącznie mleczkiem pszczelim (Brodschneider i Crailsheim 2010). Pod koniec stadium larwalnego u pszczół samotnych i trzmieli larwy przestają się odżywiać i same budują dla siebie kokony, natomiast larwy robotnic pszczoły miodnej są zamykane (zasklepiane) w komórkach plastra przez dorosłe starsze robotnice i od tego momentu także nie mają dostępu do pokarmu (fot. 5.2). U tego ostatniego gatunku jedynie larwa przeznaczona na matkę ma w swej komórce (mateczniku) zgromadzoną nieco większą ilość pokarmu, którego nieznaczną część może jeszcze wykorzystać w zasklepionym mateczniku. Pszczoły większość zapasów składników odżywczych i energii potrzebnej do rozwoju gromadzą w stadium larwalnym. Dlatego też jakość pokarmu, do którego mają dostęp karmicielki, decyduje o stopniu odżywienia larw przez nie wychowywanych. Kompozycja składników odżywczych zawartych w pokarmie decyduje o rozwoju larw, a w życiu dorosłym o zachowaniu i zdrowotności (Brodschneider i Crailsheim 2010, Leach i Drummond 2018).

Pszczoły samotne zaopatrują komory lęgowe swego potomstwa w pokarm jednorazowo. Larwy tych gatunków rozwijają się bez matki i bez opieki innych dorosłych osobników i mogą korzystać tylko z pokarmu, który zgromadziła samica przed złożeniem jaja. Jednorazowe zaopatrzenie w pokarm występuje także u innych gatunków pszczół z rodzin pszczołowatych (Apidae) i smuklikowatych (Halictidae) znajdujących się na nieco wyższym poziomie rozwoju społecznego niż większość pszczół samotnych (Michener 2000). Do pszczół zaopatrujących larwy w pokarm stopniowo należą trzmielie. Początkowo matki, a później robotnice, gromadzą w komórkach niewielkie ilości pyłku oraz nektaru, które na bieżąco są zużywane przez larwy. Tylko pszczoła miodna jest gatunkiem wieloletnim przystosowanym do magazynowania pokarmu, który jest niezbędny w okresach jego braku, głównie zimą (fot. 5.3). By ją przetrwać, robotnice gromadzą zapasy w postaci nektaru przetworzonego na miód i pyłku, który po procesie fermentacji mlekowej jest nazywany pierzga (Wright i in. 2018).

Fot. 5.2. Larwy pszczoły miodnej tuż przed zamknięciem (zasklepieniem) komórek

Fot. K. Czekońska



Fot. K. Czekońska

Fot. 5.3. Plaster z przygotowywanymi przez pszczołę miodną zapasami miodu i pierzgi

W rodzinach pszczoły miodnej żywienie jest regulowane na dwóch poziomach: indywidualnym i rodziny. Na poziomie indywidualnym z trzech obecnych w rodzinie postaci (robotnica, matka, truteń) do samodzielnego odżywiania w pełni zdolne są tylko robotnice. Robotnica, w zależności od wieku, a dokładniej od wykonywanej w gnieździe pracy, różni się rodzajem i składem pobieranego pokarmu. Podobnie trutnie, w zależności od stopnia dojrzałości płciowej, różnią się rodzajem i składem przyjmowanego pokarmu, a samodzielnie odżywiają się tylko miodem. Żywienie matki i larw jest w pełni kontrolowane przez robotnice. W rodzinie tylko robotnice mają zdolność trawienia pyłku i wykorzystania składników odżywczych w nim zawartych (Wright i in. 2018).

Jak już wspomniano, na poziomie indywidualnym wymagania żywieniowe robotnicy pszczoły miodnej zmieniają się wraz z wiekiem i zachodzącymi zmianami stanu fizjologicznego oraz rodzajem wykonywanej pracy. Z wiekiem zmienia się także zapotrzebowanie na określone składniki odżywcze. Młode robotnice, karmicielki,

w ciągu pierwszych 10–11 dni życia intensywnie odżywiają się pyłkiem i preferują spożycie świeżej pierzgi przechowywanej nie dłużej niż 3 doby, przechowywaną ponad 7 dni pobierają wolniej (Anderson i in. 2014, Carroll i in. 2017). Robotnice mogą odżywiać się pyłkiem nawet do 18. dnia życia (Hrassnigg i Crailsheim 1998). Wraz z wiekiem robotnic w ich diecie zwiększa się udział węglowodanów. Starsze robotnice, z uwagi na rodzaj wykonywanych prac, zużywają więcej energii, którą w diecie zapewnia miód. Zachodzące z wiekiem zmiany preferencji pokarmowych wynikają z przygotowania robotnicy do funkcji zbieraczki i polegają m.in. na redukcji w jej ciele tkanki tłuszczowej oraz utracie zdolności do trawienia białka (Brodtschneider i Crailsheim 2010). Zmiany te są bezpośrednio wywołane zmianami na poziomie hormonalnym (Wang i Li-Byarlay 2015, Hamilton i in. 2019).



Fot. K. Czekońska

Fot. 5.4. Pszczoła miodna pobierająca pokarm z kwiatu maliny

Na poziomie rodziny robotnice pszczoły miodnej, odpowiednio do wieku, wykonują różne zadania związane z żywieniem larw i osobników dorosłych (Wright i in. 2018). Młode robotnice karmią starsze larwy robotnic i trutni mieszaniną miodu i pyłku. Kiedy u karmicielek rozwiną się gruczoły gardzielowe i żuwaczkowe, karmią one ich wydzieliną (mleczkiem pszczelim) młode larwy i czerwiącą matkę, a także dzielą się tym pokarmem z pozostałymi dorosłymi osobnikami poprzez trofalaksję. W średnim wieku (10.–18. dzień życia) wykonują prace związane z przetwarzaniem i magazynowaniem pokarmu, a w wieku powyżej 18. dnia przechodzą do prac poza

gniazdem i zajmują się głównie odnajdywaniem, zbieraniem i transportem pokarmu do gniazda (fot. 5.4). Robotnice pracują poza gniazdem aż do śmierci. Jak wynika z tego krótkiego opisu, to młode robotnice decydują o podziale dostępnych w pokarmie składników odżywczych pomiędzy dorosłymi osobnikami i larwami odpowiednio do ich potrzeb, a najstarsze – zbieraczki – odpowiadają za jakość i ilość przyniesionego do gniazda pokarmu (Wright i in. 2018).

5.3. Strategia zdobywania pokarmu przez pszczoły

Pszczoły różnią się sposobem żerowania. Samotnym pszczołom często wystarczają niewielkie płaty kwitnących roślin. Większych przestrzeni wymaga pszczoła miodna, która jako gatunek wieloletni gromadzi w gnieździe większe ilości pokarmu i – w przeciwieństwie do innych naszych rodzimych gatunków pszczół – tworzy duże rodziny. Konieczność zaspokojenia potrzeb żywieniowych swoich i wychowywanego potomstwa zmusza pszczoły do zdobywania pokarmu, co wiąże się z wieloma działaniami związanymi z odnajdywaniem, zbieraniem, gromadzeniem i dzieleniem się nim. Żerowanie pszczół jest zajęciem ryzykownym i kosztownym, z uwagi na zużywaną przy tym energię, a więc także i pokarm. Z tej też przyczyny, zważywszy na zmieniające się w czasie potrzeby pokarmowe pszczół, zmianie ulega ich aktywność żerowania, która dostosowana zostaje do aktualnych warunków środowiska (Steffan-Dewenter i Kuhn 2003). Najlepiej poznana jest strategia żerowania pszczoły miodnej i trzmieli (fot. 5.5).

W rodzinie pszczelej odnajdywaniem i zbieraniem pokarmu zajmuje się zwykle jedna czwarta dorosłych robotnic-zbieraczek, które od chwili rozpoczęcia tej pracy żyją od 2 do 17 dni (średnio 7,7 dnia) (Visscher i Dukas 1997). Osobniki męskie, trutnie, nie żerują i są karmione przez robotnice. Pojedyncza robotnica zbiera jeden lub dwa rodzaje pokarmu. Przed wylotem z gniazda zbieraczka pobiera do wola nakrop w ilości i stężeniu cukrów pozwalających na lot w obie strony. Nawet pszczoła, która leci tam, gdzie jeszcze nigdy nie była, wie, ile nektaru zabrać na drogę, gdyż wszystkie potrzebne informacje otrzymuje podczas tańca werbunkowego wykonywanego w gnieździe, na plastrze, przez pszczołę zwiadowczynię (Harano i Nakamura 2016). Zwykle ilość nektaru, jaką pobiera zbieraczka do wola na drogę, wynosi 18–30 mg, co odpowiada objętości 16 μ l 30% roztworu cukru. Zbieraczki pyłku i wody wypełniają zazwyczaj wole nektarem o wyższej koncentracji cukrów w porównaniu ze zbieraczkami nektaru. W czasie suszy zbieraczki mają skłonność do pobierania nektaru o wyższej zawartości wody (Percival 1974). Gdy w gnieździe rośnie zapotrzebowanie na wodę, zbieraczki przynoszą większe jej ilości, szczególnie po deszczowych i chłodnych dniach, kiedy nie zbierają nektaru i zużywają ją na bieżące potrzeby, nie gromadzą. Większe ilości wody przynieszone są także w upalne dni, by schłodzić gniazdo (Seeley 1995).



Fot. 5.5. Trzmieł żerujący na kwiatkach zmijowca zwyczajnego

Fot. K. Czekońska

W ciągu dnia nie wszystkie zbieraczki są aktywne (Tenczar i in. 2014). Sugeruje się, że nieaktywne zbieraczki stanowią rezerwę, która uaktywnia się z chwilą pojawienia się pożytku lub w wyniku strat w zbieraczkach (Anderson 2001). W nocy zbieraczki śpią i odpoczywają (Crailsheim i in. 1996, Moore i in. 1998). Z wiekiem wydłuża się czas spędzony przez zbieraczki poza gniazdem (Seeley 2014, Tenczar i in. 2014).

Ilość przynieszonego do gniazda pokarmu zależy od wielu czynników, m.in. od sezonu, liczebności rodziny, jej demografii, ilości wychowywanego czerwiu, warunków atmosferycznych i związanej z tym aktywności pszczół, zasobów nektaru i pyłku dostępnego w środowisku i lokalizacji ich źródeł w stosunku do gniazda. To, ile zbieraczki przyniosą do gniazda pyłku, jest regulowane aktywnie, zgodnie z potrzebami rodziny. Pszczoła miodna, w porównaniu z innymi rodzimymi gatunkami pszczół, gromadzi w swym gnieździe najwięcej nektaru i pyłku w postaci miodu i pierzgi (Seeley 1995). Jeśli wzrasta dostępność nektaru i zbieraczki przynoszą do gniazda większe jego ilości, wówczas ograniczają przynoszenie pyłku. Zwykle w gnieździe pszczoły gromadzą około 1 kg pyłku przetworzonego na pierzgę (Wright i in. 2018). W rodzinie pszczołej spożycie pierzgi w ciągu doby utrzymuje się na zbliżonym poziomie, tak jak ogólna zawartość energii i białka w diecie (Alaux 2017).

Zbieraczki wykorzystują pokarm z różnych siedlisk – przynoszą do gniazda pyłek pochodzący z upraw, lasów, ogrodów i nieużytków, ale stopień wykorzystania dostępnych zasobów w ciągu dnia zależy od liczby odwiedzanych gatunków roślin.

Przy nieograniczonym dostępie do pokarmu i warunkach atmosferycznych sprzyjających lotom zbieraczki korzystają z mniejszej liczby gatunków roślin, natomiast wraz z pogarszaniem się pogody maleje zasięg lotów i wzrasta różnorodność odwiedzanych gatunków. Duża różnorodność gatunkowa roślin niekoniecznie pociąga za sobą większą zmienność gatunkową pyłku gromadzonego przez robotnice (Piroux i in. 2014). Zwykle ponad 60% zbieranego pyłku pochodzi zaledwie od kilku gatunków roślin (Odoux i in. 2012). Nawet jeśli wśród dostępnego pyłku dominuje taki, który pochodzi od gatunków o najwyższej wartości odżywczej dla pszczół, np. z koniczyny (*Trifolium* spp.), mniszka lekarskiego (*Taraxacum* spp.), rzepaku (*Brassica napus*) i klonu (*Acer* sp.), pyłek o wyraźnie niższej strawności jest również zbierany, np. ze słonecznika (*Helianthus annuus*), borówki (*Vaccinium* spp.), pałki (*Typha* spp.) lub roślin z rodziny astrowatych (Frias i in. 2016).

Aktywność lotna

Aktywność lotną pszczół determinują głównie: warunki atmosferyczne, temperatura, zachmurzenie, siła wiatru i opady deszczu. U pszczoły miodnej aktywności lotnej dodatkowo sprzyjają: większa ilość wychowywanego czerwiu oraz większa liczba zbieraczek. Zbieraczki stają się w pełni aktywne przy temperaturze powyżej 12–14°C. Poniżej 10°C robotnice mocno ograniczają loty, a zaprzestają ich całkowicie poniżej 7°C. W temperaturze powyżej 25°C aktywność zbieraczek spada, a przy temperaturze 30°C praktycznie ustaje. W upalne dni pszczoły zwiększają liczbę lotów w godzinach rannych i popołudniowych, kiedy temperatura jest niższa (Abou-Shaara i in. 2017). W sprzyjających warunkach atmosferycznych, w ciągu dnia liczba lotów zbieraczki zwykle wynosi od 1 do 14, przy maksymalnej obserwowanej liczbie 24 lotów jednego dnia (Rodney i Purdy 2020). Trzmiele aktywność lotną rozpoczynają już w temperaturze 5°C w cieniu i utrzymują ją do temperatury 31°C w słońcu (Heinrich i Raven 1972) (fot. 5.6). Murarka (*Osmia cornuta*) staje się w pełni aktywna w temperaturze powyżej 10°C, a jej aktywność ustaje w temperaturze 28°C (Vicens i Bosch 2000).

Aktywność lotna pszczół rośnie nie tylko wraz z temperaturą, ale także z nasłonecznieniem (Burrill i Dietz 1981). Do ograniczenia, a nawet zahamowania aktywności lotnej pszczół może dochodzić w warunkach zachmurzenia, zwłaszcza przy niskich temperaturach. Poważnym ograniczeniem dla aktywności żerowania są wiatr i opady deszczu. Wraz ze wzrostem siły wiatru o ponad 2,5 m/s aktywność lotna może zmniejszyć się o 37% (Hennessy i in. 2020).

Żerowanie zbieraczek pszczoły miodnej ma związek także z ich wiernością kwiatową polegającą na zbieraniu w czasie jednego lotu pokarmu tylko z jednego gatunku roślin. Z uwagi na wierność kwiatową aktywność pojedynczej zbieraczki ogranicza się do pory dnia występowania określonego źródła pokarmu (Moore i in. 1998). Na poziomie rodziny zbieraczki gromadzą pyłek pochodzący z kilku źródeł, co pozwa-

ła przeciwdziałać niedoborowi składników odżywczych i zachować równowagę żywieniową (Hendriksma i Shafir 2016). Pod względem wierności kwiatowej pszczoła miodnej dorównują tylko pszczoły z rodzaju *Halictus* (smuklik). Pozostałe gatunki pszczół w czasie jednego lotu korzystają częściej z pyłku różnych gatunków roślin, co sprawia, że są mniej skutecznymi zapylaczami (Schoonhoven i in. 1998).



Fot. 5.6. Trzmieć żerująca na kwiatkach kuklika zwisłego

Fot. K. Czekońska

Zasięg lotu

Pszczoły, zależnie od przynależności gatunkowej, różnią się nie tylko sposobem, ale i zasięgiem żerowania. Samotne pszczoły żerują zwykle blisko gniazda w odległości nieprzekraczającej 300 m, a tylko nieliczne z nich pokonują większe odległości, przekraczające 1000 m (Greenleaf i in. 2007, Zurbuchen i in. 2010). Na większe odległości przemieszczają się głównie pszczoły o większych rozmiarach ciała, jak niektóre gatunki trzmieli i pszczoła miodna (Goulson i Stout 2001, Greenleaf i in. 2007). Ponieważ pszczoła miodna charakteryzuje się największym zasięgiem lotu, zwykle wykorzystuje różne siedliska (Steffan-Dewenter i Kuhn 2003, Odoux i in. 2012). Zasięg lotu pszczoły miodnej może wynosić ponad 10 km, ale na taką odległość zbieraczki latają rzadko (Visscher i Seeley 1982). Zwykle poszukują pokarmu jak najbliżej gniazda. Zasięg lotu zwiększa się, gdy zasoby pokarmu i różnorodność gatunkowa roślin w pobliżu gniazda maleją (Schneider i McNally 1993, Beekman i Ratnieks 2000). Pszczoły pokonują

większe odległości także w okresie większego zapotrzebowania na pokarm oraz w celu zdobycia pokarmu lepszej jakości (van der Steen i in. 2012). W miarę zwiększania się dystansu od gniazda do źródeł pokarmu zagęszczenie pszczół na kwiatkach maleje. Zaobserwowano, że w warunkach podmiejskich dystans lotu pszczoły miodnej po pokarm wynosi od 534 m do 1138 m (Waddington i in. 1994), na obszarach rolniczych zwykle do 500 m, rzadziej do 1000 m, a w warunkach umiarkowanego lasu liściastego – do 2260 m (Visscher i Seeley 1982). W środowisku o różnej strukturze krajobrazu zasięg lotu po nektar wynosi średnio 1526 m, a w przypadku zbioru pyłku zmienia się w zależności od stopnia złożoności krajobrazu. W urozmaiconych krajobrazach zasięg lotu po pyłek jest krótszy i wynosi 1543 m, a w ubogich i prostych zwiększa się do 1743 m (Steffan-Dewenter i Kuhn 2003). W warunkach klimatu umiarkowanego opłacalny zasięg lotu pszczoły miodnej, czyli taki, podczas którego zbieraczka zgromadzi w wolu taką ilość pokarmu, o określonym stężeniu cukrów wystarczającym na pokrycie kosztów przelotu, i jeszcze w komórkach plastra odłoży więcej, niż pobrała przed wylotem, nie przekracza 2 km. W gorszych warunkach atmosferycznych (niska temperatura powietrza, silny wiatr) opłacalny zasięg lotu ulega skróceniu do 1,5 km (Steffan-Dewenter i Tschardtke 2000). Promień 2 km wyznacza obszar o powierzchni 1256 ha. Na takim obszarze wokół pasieki pszczoły powinny mieć dostęp do dobrego jakościowo pokarmu, którego ilość wystarczy na pokrycie wszystkich bieżących potrzeb żywieniowych rodziny i pozwoli na zgromadzenie zapasów na zimę.

Preferencje pokarmowe

Mimo że zwykle pyłek różnych gatunków roślin jest w stanie zapewnić pszczołom zbilansowaną dietę, to wiedza o preferencjach pokarmowych poszczególnych gatunków jest wciąż ograniczona. Najlepiej poznane są preferencje pokarmowe pszczoły miodnej, trzmieli i w niewielkim stopniu murarek. Dla pszczół szczególnie ważna jest zawartość białka w pyłku, ale wybór pyłku nie zawsze zależy od obecnej w nim koncentracji białka. Pyłki zawierające więcej białka chętniej są wykorzystywane przez trzmielie i murarkę (*Osmia cornifrons*), przy czym murarki wolą pyłek o nieco niższej koncentracji białka niż trzmielie (Vaudo i in. 2020). Hipotezy o preferowaniu przez zbieraczki pszczoły miodnej pyłku zależnie od zawartości białka nie potwierdzono (Pernal i Currie 2000). Karmicielki natomiast chętniej wybierają zgromadzony w komórkach plastra pyłek z wyższą zawartością aminokwasów i tłuszczu (Paoli i in. 2014). Trzmielie z kolei unikają pyłków o zbyt dużej zawartości tłuszczu z uwagi na ich negatywny wpływ na przeżycie i sprawność reprodukcyjną (Ruedenauer i in. 2020). Pszczoły preferują nektar o różnym stężeniu cukrów. Zbieraczki pszczoły miodnej najchętniej wybierają nektary o zawartości cukrów na poziomie 30–50% w/w. Trzmielie natomiast, jeśli mają wybór, korzystają z nektarów o stężeniu cukrów w granicach 50–60% w/w (Brown i Brown 2020). Pszczoły miodne wykazują tak-

że preferencje co do źródeł słonej wody, zwłaszcza tej zawierającej sód (Lau i Nieh 2016). Jak wspomniano wcześniej, pszczoła miodna wybiera różnorodną dietę pyłkową i jest w stanie zbilansować ją pod względem odżywczych potrzeb rodziny (Hendriksma i Shafir 2016, Zarchin i in. 2017). Różnorodna dieta pyłkowa nie oznacza jednak, że ma wyższą wartość odżywczą. Dla pszczół ważna jest zbilansowana dieta zawierająca w optymalnych proporcjach węglowodany, kwasy tłuszczowe i białka, w skład których będą wchodzić odpowiednie aminokwasy. Wartościowa dieta zależy także od właściwego zbilansowania poszczególnych pierwiastków, które muszą być dostępne w postaci strawnych związków chemicznych (Filipiak i in. 2017). Tylko w pełni zbilansowana dieta może zapewnić pszczołom prawidłowy rozwój, właściwe zachowanie i stan zdrowotny (Wang i Li-Byarlay 2015).

Potrzeby pokarmowe rodziny pszczelej w skali roku

Ilość pokarmu zjedanego przez rodzinę pszczoły miodnej w skali roku zależy od wielu czynników, m.in. od liczby osobników w rodzinie, ilości wychowywanego czerwiu, aktywności pszczół czy dostępności pokarmu. Brakuje precyzyjnych badań mierzących roczne zużycie nektaru przez rodzinę pszczelą. W literaturze można znaleźć tylko szacunkowe dane dotyczące tego zagadnienia. W naszej strefie klimatycznej, wiosną, kiedy rozpoczyna się rozwój rodziny, zużycie pokarmu zaczyna rosnąć i w dużym stopniu zależy, poza wskazaną już ilością wychowywanego czerwiu i liczebnością rodziny, od liczby budowanych plastrów. Do wydzielenia 1 kg wosku woszczarki potrzebują 8,4 kg miodu lub około 23 kg nektaru (przy założeniu, że miód i nektar zawierają odpowiednio 82% i 30% cukru). W czasie 13 kolejnych tygodni wiosennego rozwoju przeciętna rodzina wykorzystuje ponad 58 kg miodu. Najwięcej pokarmu pszczoły zużywają w czerwcu. Latem zapotrzebowanie rodziny na miód spada do blisko 43 kg. Najmniej pokarmu węglowodanowego, 19–25 kg, zjadają pszczoły w czasie zimy rozpoczynającej się z chwilą, kiedy średnia temperatura powietrza spadnie poniżej 7°C i pszczoły nie mogą już opuszczać gniazda (Abou-Shaara i in. 2017). Okres ten trwa aż do pojawienia się pierwszego wiosennego nektaru (Seeley i Visscher 1985, Rodney i Purdy 2020). W sumie rodzina pszczela rocznie może potrzebować 329–346 kg nektaru, co odpowiada 120–126 kg miodu, zakładając, że miód i nektar zawierają odpowiednio 82% i 30% cukru (Rodney i Purdy 2020).

5.4. Dostępność pokarmu dla pszczół

W sezonie wegetacyjnym kwitnienie roślin nigdy nie jest rozłożone równomiernie i mogą występować okresowe, ilościowe lub jakościowe, ograniczenia w dostępie pszczół do pokarmu. Okresy ilościowego i jakościowego niedoboru nie muszą

zdarzyć się w jednym czasie. W sezonie dostępność pokarmu może nie odpowiadać aktualnym potrzebom pszczół, tak jak przestrzenne rozmieszczenie roślin pokarmowych nie zawsze sprzyja ich dobremu wykorzystaniu przez pszczoły. Im dalej od gniazda znajduje się pokarm, tym więcej energii pszczoły muszą wydatkować na jego odnalezienie i transport do gniazda. U pszczół zmuszonych do częstego pokonywania dużych odległości może dochodzić do ograniczenia wychowu potomstwa.

Ilość i jakość pokarmu dostępnego dla pszczół zależą od sposobu użytkowania i zarządzania gruntami. Skład i struktura krajobrazu mogą wpływać na stan odżywienia różnych gatunków, a w konsekwencji na skład gatunkowy pszczół (Donkersley i in. 2014). Powodem może być to, że pyłek dobrej jakości dla jednego gatunku niekoniecznie musi swym składem odpowiadać innym gatunkom pszczół. Poważnym zagrożeniem dla pszczół jest także zmieniające się z roku na rok użytkowanie gruntów, a wraz z nim dość często obserwowane ograniczenie dostępności pokarmu. W wyniku takich zmian owady zapylające są narażone na niedożywienie lub zmuszone do żerowania na kwiatach, które w pełni nie zaspokajają ich potrzeb (Balfour i in. 2015, Donkersley i in. 2017). Ograniczone zasoby mogą sprzyjać nadmiernej konkurencji pszczół o pokarm (Goulson i in. 2015). Konkurencja będzie tym większa, im mniejsza będzie różnorodność gatunkowa roślin pokarmowych i powierzchnia przez nie zajmowana (Kennedy i in. 2013). Konkurencja nasila się także tam, gdzie użytkowana jest zbyt duża liczba rodzin pszczoly miodnej (Alaux i in. 2019) (fot. 5.7).



Fot. K. Czekońska

Fot. 5.7. Pszczoły miodne konkurujące o pokarm na kwiecie

Rywalizacja o pokarm może stwarzać szczególne zagrożenie na terenach, na których żyją różnorodne gatunki pszczół. Problem nie dotyczy obszarów rolniczych, gdzie dzikie gatunki pszczół są rzadkie i konieczne jest wprowadzenie pszczoły miodnej. Brak zapylaczy upraw jest jednak kwestią rolniczą, a nie środowiskową, i nie ma podstaw do tego, by trudną sytuację z utrzymaniem komercyjnie użytkowej pszczoły miodnej utożsamiać w pełni z problemem zmniejszania się populacji dzikich zapylaczy. Brak rozróżnienia wskazanych zagadnień osłabia wszelkie działania prowadzone na rzecz ochrony dzikich gatunków zapylaczy, których wiele jest dziś zagrożonych.

Konsekwencje niedożywienia pszczół

Niedożyczenie powoduje u pszczół tzw. stres żywieniowy. Zwykle dochodzi do niego na skutek przerw w dostępie do pokarmu lub kiedy pszczoły mają dostęp tylko do pyłku niskiej jakości. Innymi słowy, stres żywieniowy może być spowodowany niewystarczającą ilością składników odżywczych lub ich nieproporcjonalną proporcją (Donkersley i in. 2017, Filipiak 2019). Niewystarczająca ilość pokarmu może prowadzić do redukcji liczebności populacji pszczół, wpływać na ograniczenie wychowu potomstwa, zaburzenie proporcji płci na korzyść samców, spadek płodności samic, wychów mniejszego potomstwa o krótszej oczekiwanej długości życia, zwiększoną śmiertelność wywołaną pasożytami i patogenami (Potts i in. 2010, Goulson i in. 2015). Skutki niedożywienia najlepiej poznane zostały u pszczół miodnych. U tego gatunku reakcja na niedożyczenie bywa różna i zależy od stopnia niedożywienia, czasu jego trwania i aktualnej struktury rodziny. Na niedobór pokarmu najbardziej wrażliwe są larwy. Jeśli ich dieta jest uboga w składniki odżywcze, są bardziej podatne na choroby. Niska zawartość białka w pożywieniu larw negatywnie wpływa na ich rozwój. Dieta larw ma wpływ na kondycję rozwijających się z nich dorosłych osobników, ich aktywność i długowieczność (Wang i Li-Byarlay 2015). U dorosłych robotnic niedobór składników odżywczych prowadzi do gorszego rozwoju gruczołów odpowiedzialnych za produkcję mleczka pszczelego, do zaburzeń procesów metabolicznych, a także obniżenia odporności organizmu na pasożyty i patogeny (Corby-Harris i in. 2016, Dolezal i Toth 2018, Corona i in. 2019). Złej jakości pokarm lub jego ograniczona ilość może mieć wpływ na jakość następnego pokolenia pszczół, a także na zachowanie robotnic i ich przedwczesne rozpoczynanie pracy zbieraczek (Dolezal i Toth 2018). Mała wartość odżywcza pyłku może być także przyczyną krótszej długości życia robotnic i w konsekwencji ograniczenia liczebności rodziny (Brod-schneider i Crailsheim 2010).

Przyczyną stresu żywieniowego mogą być też pasożyty. Ich obecność może nasilać efekt głodu w wyniku zaburzenia procesu trawienia lub przyswajania przez organizm pszczoły składników odżywczych. Najczęściej dochodzi do tego z powodu zarażenia pszczół sporami *Nosema* spp. i porażenia pasożytem *Varroa destructor* (Ramsey

i in. 2019). Źle odżywione pyłkiem pszczoły są bardziej podatne na nosemosę (Paris i in. 2018, Castelli i in. 2020), roztocza *V. destructor* (Alaux i in. 2011) oraz choroby wirusowe (DeGrandi-Hoffman i Chen 2015). Odpowiednia ilość i jakość pyłku nie tylko pomaga pszczołom w walce z patogenami, ale także zmniejsza ich wrażliwość na pestycydy (Wahl i Ulm 1983, Di Pasquale i in. 2013).

Ocena zasobów pokarmowych środowiska

Zasoby pokarmowe środowiska można oceniać na wiele sposobów, np. monitorując fenologię kwitnienia roślin pokarmowych, dekodując tańce pszczoły miodnej, używając radaru harmonicznego lub prowadząc ocenę wydajności nektarowej i pyłkowej kwiatów (Warakomska 1972, Szklanowska 1973, 1979, Odoux i in. 2012, Couvillon i Ratnieks 2015, Sponsler i Johnson 2015). Wskazane sposoby dostarczają informacji o tym, z jakich źródeł pokarmu korzystają pszczoły, ile czasu poświęcają na gromadzenie pokarmu oraz jakie są potencjalne zasoby pokarmu w zasięgu ich lotu. Metody te nie pozwalają jednak na ocenę ilościową stopnia wykorzystania dostępnych w środowisku zasobów pokarmu. Takiej oceny można dokonać, analizując wyniki monitoringu masy rodzin pszczelich pozostających w ulach, wykonywanego przy użyciu wag pasiecznych (Meikle i Holst 2015).

Ważeniem rodzin interesowano się już na początku XX wieku. Wówczas ważono rodziny w celach poznawczych (Meikle i Holst 2015). W latach 50. minionego stulecia ważenie zaczęto wykorzystywać do oceny wydajności produkcyjnej rodzin i ich zdrowotności. W Polsce na szeroką skalę kontrolę wagową rodzin prowadzono w latach 50. i 70. XX wieku (Bornus 1964, Gromisz i Kochańska 1979), jednak z uwagi na pracochłonność pozyskiwania danych i ich analizy metoda ta nie rozpowszechniła się. Dopiero gdy w handlu pojawiły się wagi pasieczne umożliwiające automatyczny pomiar, transmisję danych i łatwiejszą ich analizę, ważenie rodzin nabrało innego wymiaru.

Ważenie rodzin, odpowiednio do częstotliwości wykonywanych pomiarów, umożliwia śledzenie różnych zmian zachodzących zarówno na poziomie rodziny, jak i środowiska. Na podstawie ciągłego monitoringu można analizować np. dzienną aktywność zbieraczek. Na podstawie gwałtownych zmian masy rodziny można zdiagnozować wyjście roju, zatrucie pszczół pestycydami lub obecność złodzieja. Najczęściej jednak ważenie rodzin jest wykorzystywane do śledzenia zmian sezonowych w dostępie pszczół do pokarmu. Do obserwowania zmian sezonowych wykorzystuje się dane pochodzące z odczytów wykonywanych w godzinach wieczornych, po ustaniu lotów pszczół, lub w godzinach rannych, przed rozpoczęciem lotów. Wzrost masy rodziny może świadczyć o wystąpieniu pożytku rozwojowego lub towarowego. Wszystko zależy od skali zmian, które wynikają nie tylko z ilości gromadzonych w gnieździe zapasów miodu i pyłku, ale także z ilości czerwiu, pszczół czy liczby odbudowanych plastrów i zasklepionych komórek, gromadzenia się oprzędów w ko-

mórkach oraz ilości zgromadzonego w gnieździe propolisu. Jednak zmiany zapasów pokarmu są wielokrotnie większe od innych wyżej wymienionych. Dobowe zmiany masy ula z pszczołami stanowią konsekwencję głównie gromadzenia i zużywania pokarmu przez rodzinę pszczelą. Dzienny przyrost masy nektaru przynieszonego do gniazda może przekraczać znacznie 1 kg. Pyłku w ciągu dnia rodzina gromadzi mniej, w granicach 0,2–0,5 kg (Warakomska 1962).

Połączenie danych ilościowych sezonowego rozkładu zasobów pokarmowych pszczół, pozyskanych z odczytu wag, z danymi pochodzącymi z map, które wskazują przestrzenne rozmieszczenie i powierzchnie zajmowane przez rośliny pokarmowe, można wykorzystać do ustalenia, kiedy pszczoły mają dostęp do wystarczającej ilości pokarmu, a kiedy go brakuje. Poznanie potencjału żywnościowego różnych siedlisk może być pomocne w poszukiwaniu rozwiązań, które powstrzymają zmniejszanie się populacji pszczół, m.in. przez wskazanie gatunków roślin, o które warto wzbogacać lokalną florę, by zachować fenologiczną ciągłość kwitnienia roślin pokarmowych. Działania te mogą sprzyjać również zwiększeniu różnorodności gatunkowej roślin, a tym samym różnorodności gatunkowej pszczół dziko żyjących.

Literatura

- Abou-Shaara H.F., Owayss A.A., Ibrahi Y.Y., Basuny N.K. 2017. A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insectes Sociaux*, 64 (4), 455–463. <https://doi.org/10.1007/s00040-017-0573-8>
- Alaux C., Dantec C., Parrinello H., Le Conte Y. 2011. Nutrigenomics in honey bees: Digital gene expression analysis of pollen's nutritive effects on healthy and varroa-parasitized bees. *BMC Genomics*, 12 (1), 496.
- Alaux C., Le Conte Y., Decourtye A. 2019. Pitting Wild Bees Against Managed Honey Bees in Their Native Range, a Losing Strategy for the Conservation of Honey Bee Biodiversity. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00060>
- Anderson C. 2001. The adaptive value of inactive foragers and the scout-recruit system in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Behavioral Ecology*, 12 (1), 111–119. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.beheco.a000372>
- Anderson K.E., Carroll M.J., Sheehan T., Mott B.M., Maes P., Corby-Harris V. 2014. Hive-stored pollen of honey bees: Many lines of evidence are consistent with pollen preservation, not nutrient conversion. *Molecular Ecology*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/mec.12966>
- Balfour N.J., Gandy S., Ratnieks F.L.W. 2015. Exploitative competition alters bee foraging and flower choice. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 69 (10), 1731–1738. <https://doi.org/10.1007/s00265-015-1985-y>
- Beekman M., Ratnieks F.L.W. 2000. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology*, 14 (4), 490–496.

- Bornus L., Gromisz M.** 1964. Charakterystyka pożytków pszczelich i zbioru miodu w Polsce (1950–1963). *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 7 (1), 15–19.
- Brodshneider R., Crailsheim K.** 2010. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41 (3), 278–294. <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>
- Brown M., Brown M.J.F.** 2020. Nectar preferences in male bumblebees. *Insectes Sociaux*, 67 (2), 221–228. <https://doi.org/10.1007/s00040-020-00751-y>
- Burrill R.M., Dietz A.** 1981. The response of honey bees to variations in solar radiation and temperature. *Apidologie*, 12 (4), 319–328. <https://doi.org/10.1051/apido:19810402>
- Cane J.H., Tepedino V.J.** 2017. Gauging the Effect of Honey Bee Pollen Collection on Native Bee Communities. *Conservation Letters*, 10 (2), 205–210. <https://doi.org/10.1111/conl.12263>
- Carroll M.J., Brown N., Goodall C., Downs A.M., Sheenan T.H., Anderson K.E.** 2017. Honey bees preferentially consume freshly-stored pollen. *PLoS One*, 12 (4), e0175933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175933>
- Castelli L., Branchiccela B., Garrido M., Invernizzi C., Porrini M., Romero H., Santos E., Zunino P., Antúnez K.** 2020. Impact of Nutritional Stress on Honeybee Gut Microbiota, Immunity, and *Nosema ceranae* Infection. *Microbial Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s00248-020-01538-1>
- Corby-Harris V., Meador C.A.D., Snyder L.A., Schwan M.R., Maes P., Jones B.M., Walton A., Anderson K.E.** 2016. Transcriptional, translational, and physiological signatures of undernourished honey bees (*Apis mellifera*) suggest a role for hormonal factors in hypopharyngeal gland degradation. *Journal of Insect Physiology*, 85, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2015.11.016>
- Corona M., Branchiccela B., Madella S., Chen Y., Evans J.** 2019. Decoupling the effects of nutrition, age and behavioral caste on honey bee physiology and immunity. *BioRxiv*, 667931. <https://doi.org/10.1101/667931>
- Couvillon M.J., Ratnieks F.L.W.** 2015. Environmental consultancy: Dancing bee bioindicators to evaluate landscape “health”. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 3. <https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00044>
- Crailsheim K., Hrassnigg N., Stabentheiner A.** 1996. Diurnal behavioural differences in forager and nurse honey bees (*Apis mellifera carnica* Pollm.). *Apidologie*, 27 (4), 235–244. <https://doi.org/10.1051/apido:19960406>
- de Groot A.P.** 1953. Protein and Amino Acid Requirements of the Honeybee (*Apis mellifica* L.). *Physiologia Comparata et Oecologia*, 3, 197–285.
- DeGrandi-Hoffman G., Chen Y.** 2015. Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. *Current Opinion in Insect Science*, 10, 170–176. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.007>
- DeGrandi-Hoffman G., Gage S.L., Corby-Harris V., Carroll M., Chambers M., Graham H., Watkins de Jong E., Hidalgo G., Calle S., Azzouz-Olden F., Meador C., Snyder L., Ziolkowski N.** 2018. Connecting the nutrient composition of seasonal pollens with changing nutritional needs of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Journal of Insect Physiology*, 109, 114–124. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2018.07.002>

- Di Pasquale G., Salignon M., Le Conte Y., Belzunces L.P., Decourtye A., Kretschmar A., Suchail S., Brunet J.-L., Alaux C. 2013. Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter? *PLoS One*, 8 (8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>
- Dolezal A.G., Toth A.L. 2018. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. *Current Opinion in Insect Science*, 26, 114–119.
- 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), 4195–4206. <https://doi.org/10.1002/ece3.1293>
- Donkersley P., Rhodes G., Pickup R.W., Jones K.C., Power E.F., Wright G.A., Wilson K. 2017. Nutritional composition of honey bee food stores vary with floral composition. *Oecologia*, 185 (4), 749–761. <https://doi.org/10.1007/s00442-017-3968-3>
- Filipiak M. 2019. Key pollen host plants provide balanced diets for wild bee larvae: A lesson for planting flower strips and hedgerows. *Journal of Applied Ecology*, 56 (6), 1410–1418. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13383>
- 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), e0183236. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183236>
- Frias B.E.D., Barbosa C.D., Lourenço A.P. 2016. Pollen nutrition in honey bees (*Apis mellifera*): Impact on adult health. *Apidologie*, 47 (1), 15–25. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0373-y>
- Gegear R.J., Manson J.S., Thomson J.D. 2007. Ecological context influences pollinator deterrence by alkaloids in floral nectar. *Ecology Letters*, 10 (5), 375–382. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01027.x>
- Geldmann J., González-Varo J.P. 2018. Conserving honey bees does not help wildlife: High densities of managed honey bees can harm populations of wild pollinators. *Science*, 359 (6374), 392–393. Scopus. <https://doi.org/10.1126/science.aar2269>
- Geslin B., Gauzens B., Baude M., Dajoz I., Fontaine C., Henry M., Ropars L., Rollin O., Thébault E., Vereecken N.J. 2017. Chapter Four – Massively Introduced Managed Species and Their Consequences for Plant – Pollinator Interactions. In: *Advances in Ecological Research*. Eds. D.A. Bohan, A.J. Dumbrell, F. Massol. Vol. 57. Academic Press, 147–199. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2016.10.007>
- Goulson D., Nicholls E., Botías C., Rotheray E.L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347 (6229). <https://doi.org/10.1126/science.1255957>
- Grant V. 1950. The flower constancy of bees. *The Botanical Review*, 16 (7), 379–398. <https://doi.org/10.1007/BF02869992>
- Greenleaf S.S., Williams N.M., Winfree R., Kremen C. 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia*, 153 (3), 589–596.
- Gromisz M., Kochańska Z. 1979. Ilościowa struktura wziętków pszczelich na terenie Polski w okresie od maja do sierpnia (1974–1977). *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 23, 15–27.

- Hamilton A.R., Traniello I.M., Ray A.M., Caldwell A.S., Wickline S.A., Robinson G.E. 2019. Division of labor in honey bees is associated with transcriptional regulatory plasticity in the brain. *Journal of Experimental Biology*, 222 (14). <https://doi.org/10.1242/jeb.200196>
- Harano K., Nakamura J. 2016. Nectar loads as fuel for collecting nectar and pollen in honeybees: Adjustment by sugar concentration. *Journal of Comparative Physiology A*, 202 (6), 435–443. <https://doi.org/10.1007/s00359-016-1088-x>
- Heinrich B., Raven P.H. 1972. Energetics and Pollination Ecology. *Science*, 176 (4035), 597–602. JSTOR.
- Hendriksma H.P., Shafir S. 2016. Honey bee foragers balance colony nutritional deficiencies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70 (4), 509–517. <https://doi.org/10.1007/s00265-016-2067-5>
- Hennessy G., Harris C., Eaton C., Wright P., Jackson E., Goulson D., Ratnieks F.F.L.W. 2020. Gone with the wind: Effects of wind on honey bee visit rate and foraging behaviour. *Animal Behaviour*, 161, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2019.12.018>
- Hrassnigg N., Crailsheim K. 1998. Adaptation of hypopharyngeal gland development to the brood status of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Journal of Insect Physiology*, 44 (10), 929–939. [https://doi.org/10.1016/S0022-1910\(98\)00058-4](https://doi.org/10.1016/S0022-1910(98)00058-4)
- Jacquemart A.-L., Moquet L., Ouvrard P., Quetin-Leclercq J., Hérent M.-F., Quinet M. 2018. Tilia trees: Toxic or valuable resources for pollinators? *Apidologie*, 49 (5), 538–550. <https://doi.org/10.1007/s13592-018-0581-3>
- Kennedy C.M., Lonsdorf E., Neel M.C., Williams N.M., Ricketts T.H., Winfree R., Bommarco R., Brittain C., Burley A.L., Cariveau D., Carvalho L.G., Chacoff N.P., Cunningham S.A., Danforth B.N., Dudenhöffer J.-H., Elle E., Gaines H.R., Garibaldi L.A., Gratton C., Kremen C. 2013. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology Letters*, 16 (5), 584–599. <https://doi.org/10.1111/ele.12082>
- Lau P.W., Nieh J.C. 2016. Salt preferences of honey bee water foragers. *Journal of Experimental Biology*, 219 (6), 790–796. <https://doi.org/10.1242/jeb.132019>
- Leach M.E., Drummond F. 2018. A Review of Native Wild Bee Nutritional Health. *International Journal of Ecology*. <https://doi.org/10.1155/2018/9607246>
- Lindström S.A.M., Herbertsson L., Rundlöf M., Bommarco R., Smith H.G. 2016. Experimental evidence that honeybees depress wild insect densities in a flowering crop. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283 (1843), 20161641. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1641>
- Liolios V., Tananaki C., Dimou M., Kanelis D., Goras G., Karazafiris E., Thrasyvoulou A. 2015. Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 54 (5), 582–592. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1173353>
- Meikle W.G., Holst N. 2015. Application of continuous monitoring of honeybee colonies. *Apidologie*, 46 (1), 10–22. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0298-x>
- Michener C.D. 2000. *The bees of the world*. Vol. 1. JHU press.

- Moore D., Angel J.E., Cheeseman I.M., Fahrbach S.E., Robinson G.E. 1998. Timekeeping in the honey bee colony: Integration of circadian rhythms and division of labor. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 43 (3), 147–160. <https://doi.org/10.1007/s002650050476>
- Nicolson S.W. 2011. Bee food: The chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. *African Zoology*, 46 (2), 197–204. <https://doi.org/10.1080/15627020.2011.11407495>
- Nicolson S.W., Thornburg R.W. 2007. Nectar chemistry. In: *Nectaries and Nectar*. Eds. S.W. Nicolson, M. Nepi, E. Pacini. Springer Netherlands, 215–264. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5937-7_5
- Odoux J.-F., Feuillet D., Aupinel P., Loublier Y., Tasei J.-N., Mateescu C. 2012. Territorial biodiversity and consequences on physico-chemical characteristics of pollen collected by honey bee colonies. *Apidologie*, 43 (5), 561–575. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0125-1>
- Paoli P.P., Wakeling L.A., Wright G.A., Ford D. 2014. The dietary proportion of essential amino acids and Sir2 influence lifespan in the honeybee. *AGE*, 36 (3), 9649. <https://doi.org/10.1007/s11357-014-9649-9>
- Paris L., El Alaoui H., Delbac F., Diogon M. 2018. Effects of the gut parasite *Nosema ceranae* on honey bee physiology and behavior. *Current Opinion in Insect Science*, 26, 149–154. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.017>
- Percival M. 1974. Floral Ecology of Coastal Scrub in Southeast Jamaica. *Biotropica*, 6 (2), 104–129. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/2989824>
- Pernal S.F., Currie R.W. 2000. Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 31 (3), 387–409. <https://doi.org/10.1051/apido:2000130>
- Piroux M., Lambert O., Puyo S., Farrera I., Thorin C., L'Hosti M., Viguès B., Bastian S. 2014. Correlating the pollens gathered by *Apis mellifera* with the landscape features in western France. *Applied Ecology and Environmental Research*, 12 (2), 423–439.
- Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O., Kunin W.E. 2010. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25 (6), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Ramsey S.D., Ochoa R., Bauchan G., Gulbranson C., Mowery J.D., Cohen A., Lim D., Joklik J., Cicero J.M., Ellis J.D., Hawthorne D., van Engelsdorp D. 2019. *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116 (5), 1792–1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>
- Rodney S., Purdy J. 2020. Dietary requirements of individual nectar foragers, and colony-level pollen and nectar consumption: A review to support pesticide exposure assessment for honey bees. *Apidologie*. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00694-9>
- Roulston T.H., Cane J.H. 2000. The effect of diet breadth and nesting ecology on body size variation in bees (Apiformes). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 129–142.
- Roulston T.H., Cane J.H., Buchmann S.L. 2000. What Governs Protein Content of Pollen: Pollinator Preferences, Pollen – Pistil Interactions, or Phylogeny? *Ecological Monographs*, 70 (4), 617–643. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2000\)070\[0617:WGPCOP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2000)070[0617:WGPCOP]2.0.CO;2)

- Ruedenauer F.A., Raubenheimer D., Kessner-Beierlein D., Grund-Mueller N., Noack L., Spaethe J., Leonhardt S.D. 2020. Best be(e) on low fat: Linking nutrient perception, regulation and fitness. *Ecology Letters*, 23 (3), 545–554. <https://doi.org/10.1111/ele.13454>
- Schneider S.S., McNally L.C. 1993. Spatial foraging patterns and colony energy status in the African honey bee (*Apis mellifera scutellata*). *Journal of Insect Behavior*, 6 (2), 195–210. <https://doi.org/10.1007/BF01051504>
- Schoonhoven L.M., Jermy T., Van Loon J.J.A. 1998. Insects and flowers: The beauty of mutualism. In: *Insect-Plant Biology*. Springer, 315–342.
- Seeley T.D. 1995. *The Wisdom of the Hive: The social physiology of honey bee colonies*. Harvard University Press.
- Seeley T.D. 2014. *Honeybee Ecology: A Study of Adaptation in Social Life*. Princeton University Press.
- Seeley T.D., Visscher P.K. 1985. Survival of honeybees in cold climates: The critical timing of colony growth and reproduction. *Ecological Entomology*, 10 (1), 81–88. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1985.tb00537.x>
- Shaaban B., Seeburger V., Schroeder A., Lohaus G. 2020. Sugar, amino acid and inorganic ion profiling of the honeydew from different hemipteran species feeding on *Abies alba* and *Picea abies*. *PLoS One*, 15 (1), e0228171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228171>
- Sponsler D.B., Johnson R.M. 2015. Honey bee success predicted by landscape composition in Ohio, USA. *PeerJ*, 3, e838. <https://doi.org/10.7717/peerj.838>
- Steffan-Dewenter I., Tschardt T. 2000. Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia*, 122 (2), 288–296.
- Steffan-Dewenter I., Kuhn A. 2003. Honeybee foraging in differentially structured landscapes. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270 (1515), 569–575.
- Stevenson P.C. 2019. For antagonists and mutualists: The paradox of insect toxic secondary metabolites in nectar and pollen. *Phytochemistry Reviews*. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09642-y>
- Stevenson P.C., Nicolson S.W., Wright G.A. 2017. Plant secondary metabolites in nectar: Impacts on pollinators and ecological functions. *Functional Ecology*, 31 (1), 65–75. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12761>
- Szklanowska K. 1973. Bory jako baza pożytkowa pszczół. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 17, 51–85.
- Szklanowska K. 1979. Nektarowanie i wydajność miodowa ważniejszych roślin runa lasu liściastego. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 23, 124–130.
- Tenczar P., Lutz C.C., Rao V.D., Goldenfeld N., Robinson G.E. 2014. Automated monitoring reveals extreme interindividual variation and plasticity in honeybee foraging activity levels. *Animal Behaviour*, 95, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2014.06.006>
- van der Steen J.J.M., Cornelissen B., Donders J., Blacquièrè T., van Dooremalen C. 2012. How honey bees of successive age classes are distributed over a one storey, ten frames hive. *Journal of Apicultural Research*, 51 (2), 174–178. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.51.2.05>

- Vaudo A.D., Tooker J.F., Patch H.M., Biddinger D.J., Coccia M., Crone M.K., Fiely M., Francis J.S., Hines H.M., Hodges M. 2020. Pollen Protein: Lipid Macronutrient Ratios May Guide Broad Patterns of Bee Species Floral Preferences. *Insects*, 11 (2), 132.
- Vicens N., Bosch J. 2000. Weather-Dependent Pollinator Activity in an Apple Orchard, with Special Reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). *Environmental Entomology*, 29 (3), 413–420. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.3.413>
- Visscher P.K., Dukas R. 1997. Survivorship of foraging honey bees. *Insectes Sociaux*, 44 (1), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s000400050017>
- Visscher P.K., Seeley T.D. 1982. Foraging Strategy of Honeybee Colonies in a Temperate Deciduous Forest. *Ecology*, 63 (6), 1790–1801. <https://doi.org/10.2307/1940121>
- Waddington K.D., Herbert T.J., Visscher P.K., Richter M.R. 1994. Comparisons of forager distributions from matched honey bee colonies in suburban environments. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 35 (6), 423–429. <https://doi.org/10.1007/BF00165845>
- Wahl O., Ulm K. 1983. Influence of pollen feeding and physiological condition on pesticide sensitivity of the honey bee *Apis mellifera carnica*. *Oecologia*, 59 (1), 106–128. <https://doi.org/10.1007/BF00388082>
- Wang Y., Li-Byarlay H. 2015. Physiological and Molecular Mechanisms of Nutrition in Honey Bees. In: *Advances in Insect Physiology*. Ed. R. Jurenka. Vol. 49. Academic Press, 25–58. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065280615000259>
- Warakomska Z. 1962. Badania nad zbiorem pyłku przez pszczołę miodną *Apis mellifera* L. w rolniczych okolicach Polski. *Annales UMCS, sectio E*, 17 (5) 67–106.
- Warakomska Z. 1972. Badania nad wydajnością pyłkową roślin. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 16, 63–90.
- Wojcik V.A., Morandin L.A., Davies Adams L., Rourke K.E. 2018. Floral Resource Competition Between Honey Bees and Wild Bees: Is There Clear Evidence and Can We Guide Management and Conservation? *Environmental Entomology*, 47 (4), 822–833. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy077>
- Wright G.A., Nicolson S.W., Shafir S. 2018. Nutritional Physiology and Ecology of Honey Bees. *Annual Review of Entomology*, 63 (1), 327–344. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043423>
- Zarchin S., Dag A., Salomon M., Hendriksma H.P., Shafir S. 2017. Honey bees dance faster for pollen that complements colony essential fatty acid deficiency. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 71 (12), 172. <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2394-1>
- Zurbuchen A., Landert L., Klaiber J., Müller A., Hein S., Dorn S. 2010. Maximum foraging ranges in solitary bees: Only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation*, 143 (3), 669–676. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>

Rozdział 6

Las źródłem pszczelego pokarmu

6.1. Rozkład sezonowy zasobów pokarmowych pszczół

*Krystyna Czekońska, Sylwia Łopuch, Stanisław Miścicki,
Janusz Bańkowski, Kazimierz Szabla*

Wstęp

Ilość i jakość pokarmu dostępnego dla pszczół zależą od środowiska, w którym pszczoły żyją. Na obszarach użytkowanych rolniczo z roku na rok zasoby pokarmu zmieniają się i są zależne od rodzaju produkcji (roślinna czy zwierzęca), sposobu użytkowania gruntów (pola uprawne, pastwiska, łąki) oraz gatunków uprawianych roślin (samopylne, owadopylne, wiatropylne). Tylko w środowisku naturalnym lub półnaturalnym, na obszarach pokrytych lasami, nieużytkami, corocznie zasoby nektaru i pyłku są zbliżone i mogą zaspokoić potrzeby żywieniowe określonej liczby pszczół. Trudno jednak ocenić, jak liczna i różnorodna populacja pszczół jest w stanie wyżywić się na obszarach pokrytych lasami.

Z upływem lat zmieniało się środowisko, zmieniał się także las i panujące w nim warunki żywieniowe pszczół. W wyniku sadzenia gęstych jednogatunkowych drzewostanów sosnowych czy świerkowych doszło do znacznego ograniczenia różnorodności gatunkowej roślin. Skala tych zmian nie została jednak dobrze poznana. Trudno ocenić, jaka jest siła oddziaływania terenów leśnych na pszczoły. Niewiele jest danych dotyczących różnorodności gatunkowej roślin pokarmowych w różnych typach lasu, sezonowego rozkładu ich kwitnienia i ilości pokarmu, którego dostarczają. Dotychczasowe, wrywkowe badania, często sprzed kilkudziesięciu lat, skupiały się głównie na ocenie występujących w lasach zasobów nektarowych (Szklanowska 1973, 1979). W bardzo ograniczonym stopniu zajmowano się oceną zasobów pyłkowych (Warakomska 1972, Cane i Tepedino 2017). Tymczasem wiedza o ilości i jakości występujących na obszarach leśnych roślin pyłkodajnych może być decydująca

w podejmowaniu działań związanych z ochroną populacji pszczoł dziko żyjących. Dostępność pyłku jest jednym z ważniejszych czynników determinujących rozwój populacji pszczoł (Vaudo i in. 2020).

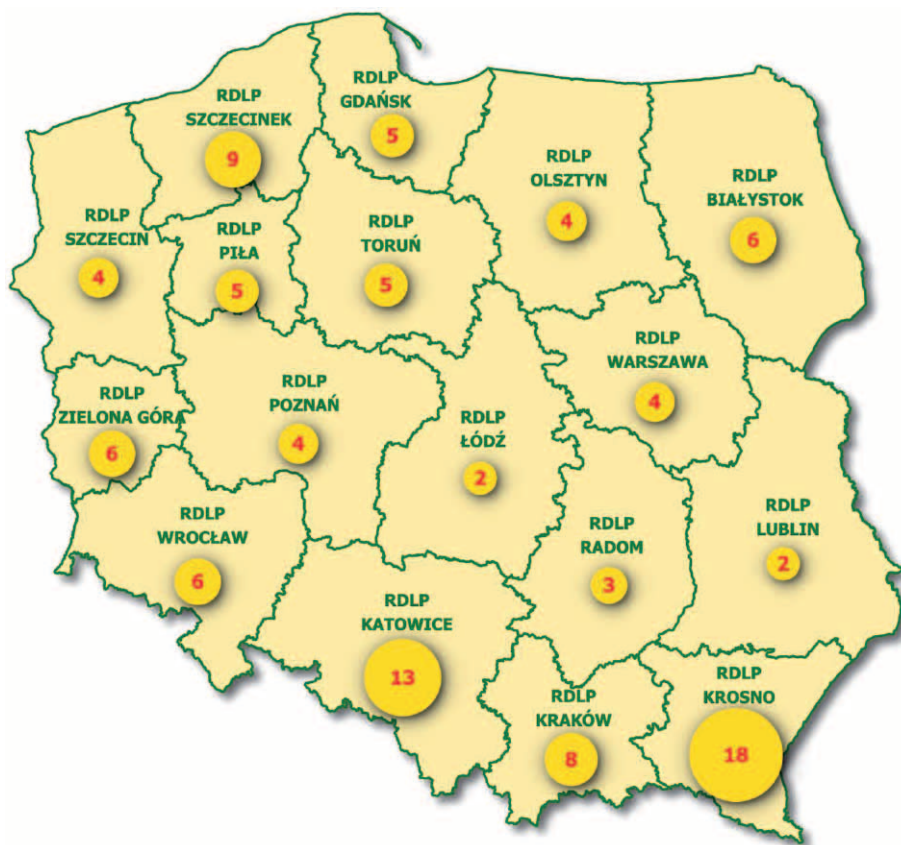
Z gatunków roślin odwiedzanych przez pszczołę miodną korzysta wiele innych owadów zapylających zbierających nektar i pyłek lub tylko pyłek (Martins i in. 2018). Wiedząc o tym, można wykorzystać pszczołę miodną, powszechnie użytkowaną przez człowieka, jako wskaźnik ilościowego rozkładu zasobów pokarmowych w różnych krajobrazach, w całym sezonie wegetacyjnym. Ważąc ule, co od dawna stosują pszczelarze głównie do oceny możliwości produkcyjnych rodzin pszczelich, można uzyskać cenne dane o zasobach pokarmowych wykorzystywanych przez inne owady zapylające, w tym wiele gatunków trzmieli i pszczoł samotnych dziko żyjących.

Wiedza o ilościowych zasobach pokarmu, zarówno potencjalnych, szacowanych na podstawie wydajności nektarowej i pyłkowej roślin, jak i faktycznie wykorzystanych, ocenianych na podstawie ważenia uli, może być bardzo pomocna w zarządzaniu zasobami pszczelego pokarmu i sprzyjać zachowaniu równowagi pomiędzy ilością dostępnego pokarmu a liczbą obecnych w danym środowisku pszczoł. Utrzymanie równowagi żywieniowej nabiera szczególnego znaczenia, kiedy do środowiska leśnego wprowadza się coraz więcej rodzin komercyjnie użytkowanej pszczoły miodnej. Nie znając potrzeb żywieniowych dziko żyjących pszczoł, wprowadza się do ich środowiska rodziny pszczoły miodnej bez jakiegokolwiek kontroli liczebności tych pszczoł. W wyniku takich działań może dochodzić do nadmiernego zagęszczenia pszczoł na jednostce powierzchni. Tymczasem duże zagęszczenie niesie ze sobą ryzyko większej konkurencji o pokarm, a to może być przyczyną niedożywienia i w efekcie niekorzystnie wpływać na rozwój, funkcjonowanie i zdrowotność wszystkich żyjących w danym środowisku pszczoł (Brosi i in. 2017, Alaux i in. 2019). W środowisku stale modyfikowanym przez człowieka kontrola zasobów pokarmowych pszczoł wydaje się więc koniecznością. Znajomość ilościowego, sezonowego rozkładu dostępu pszczoł do pokarmu powinna w praktyce być wykorzystywana do zarządzania komercyjnie użytkowanymi rodzinami pszczelimi, tak aby zapobiegać konkurencji owadów o te zasoby. Jednak wiedza o zasobach pokarmu występujących na różnych obszarach nierolniczych jest niewystarczająca, tak jak znikoma jest wiedza o zasobach pszczelego pokarmu występujących w lasach.

W latach 2018–2019, w ramach projektu „Pszczoły wracają do lasu” realizowanego i finansowanego przez Lasy Państwowe (LP), podjęto próbę ilościowej oceny zasobów pokarmowych lasu, które może wykorzystać pszczoła miodna. Głównym celem projektu była ocena sezonowego rozkładu tych zasobów na obszarach z różnym udziałem lasów, o różnej strukturze, na tle warunków meteorologicznych i struktury krajobrazu. Istotne było także wskazanie rozwiązań pozwalających zapobiegać niedoborom pokarmu i wynikającej z tego konkurencji nie tylko między rodzinami pszczoły miodnej, ale też wśród wszystkich gatunków pszczoł, czyli owadów, których udział w zapylaniu roślin jest dominujący.

Metody pozyskiwania danych

Badania prowadzono od początku kwietnia do końca września 2018 i 2019 roku. Na terenie 16 Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych (RDLP), w 94 nadleśnictwach, w 104 pasiekach należących do pracowników LP utworzono punkty monitoringu rodzin pszczelich *Apis mellifera* (ryc. 6.1). Rozmieszczenie monitorujących pasiek było losowe i wynikało głównie z dobrowolnego przystąpienia pracowników LP do projektu oraz dostępu do sieci telefonii komórkowej (ryc. 6.2). W każdej pasiece pod jednym ulem z monitorowaną rodziną pszczelą umieszczono elektroniczną wagę pasieczną firmy Livelco sp. z o.o. z Krakowa.



Ryc. 6.1. Liczba monitorowanych rodzin pszczelich rozmieszczonych na terenie Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych (rys. S. Marcol)



Ryc. 6.2. Mapa rozmieszczenia monitorowanych rodzin pszczelich (rys. S. Marcol)

Wagi dostarczały, trzy razy w ciągu doby (o godz. 6:00, 13:00, 21:00), danych dotyczących masy ula z pszczołami, temperatury wewnątrz i na zewnątrz ula oraz wilgotności powietrza na zewnątrz ula. Dane te były przekazywane przez właścicieli pasiek, leśników-pszczelarzy, za pomocą aplikacji na smartfony przygotowanej przez Zakład Informatyki Lasów Państwowych (ZILP) i gromadzone na serwerach LP w repozytorium utworzonym przez ZILP. Do bazy danych trafiały także informacje o wszystkich wykonywanych w monitorowanych rodzinach pracach mogących mieć wpływ na zmianę ich masy. Leśnicy-pszczelarze informowali m.in. o dacie przeglądów, rodzaju zabiegów, liczbie dodanych lub odebranych plastrów, ramek z węzą lub korpusów. Przesyłane dane zawierały także informacje o terminie wymiany matki, wykonywanych odkładach, wyjściu rojów, a także o czynnościach związanych z karmieniem rodzin pszczelich. Rodziny monitorowano każdego roku przez 182 dni, ale nie wszystkie dane zostały przesłane do repozytorium. Głównymi przyczynami

problemów z transmisją były: wyczerpanie się baterii zasilających wagi, brak zasięgu oraz intensywne opady deszczu.

Dodatkowo, z każdej z monitorowanych rodzin pobrano pszczoły do badań morfometrycznych pozwalających określić podgatunek użytkowanych pszczół (wyniki podano w podrozdziale 4.3). Leśnicy-pszczelarze prowadzili także obserwacje fenologiczne kwitnienia roślin pokarmowych pszczół. Ich zadaniem było przekazywanie danych o terminach zakwitania i przekwitania najważniejszych gatunków roślin pokarmowych (wyniki wykorzystano w rozdziale 2 oraz podrozdziale 3.2).

Dane dotyczące lasu w rejonie pasiek pochodziły z Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej (BULiGL), z zasobów Banku Danych o Lasach (BDL). Wykonany przez BULiGL opis taksacyjny drzewostanów oraz struktury użytkowania gruntów obejmował obszar 1256 ha wyznaczony promieniem 2 km wokół każdej ze 104 pasiek biorących udział w projekcie. Na podstawie materiałów fotogrametrycznych zwektoryzowano granice użytków i określono ich powierzchnię, wyodrębniając: grunty orne, lasy inne i zadrzewienia (lasy nieujawnione w BDL), tereny zurbanizowane, użytki zielone, grunty pod wodami. Na podstawie BDL dla każdej pasieki określono:

- lesistość, jako udział powierzchni stanowiącej sumę powierzchni gruntów leśnych i zalesionych z opisów taksacyjnych pozyskanych z BDL i powierzchni systemowej z wektoryzacji z ortofotomapy granic użytku określonego jako „lasy inne i zadrzewienia”;
- powierzchnię drzewostanów zaliczonych do grupy typów siedliskowych lasu, obliczoną na podstawie opisu taksacyjnego pozyskanego z BDL (tab. 6.1);
- powierzchnię grupy gatunków drzew i krzewów zaliczonych do grupy 1, 2 lub 3 (opis grup gatunków – zob. Dodatek I) łącznie w I piętrze, II piętrze, podroście o charakterze II piętra, podroście i podszycie (Dodatek I, tabele I–V), na podstawie opisu taksacyjnego pozyskanego z BDL:
 - grupa 1 – gatunki wykazane w opracowaniu wykonanym w ramach projektu „Analiza danych florystycznych zebranych w 2018 r. w ramach realizacji projektu pod nazwą «Pszczoły wracają do lasu»” (Szwagrzyk i in. 2019, Dodatek I);
 - grupa 2 – gatunki poza wykazanymi w opracowaniu „Analiza danych florystycznych zebranych w 2018 r. w ramach realizacji projektu pod nazwą «Pszczoły wracają do lasu»”, stanowiące pożytki pszczele według „Bazy danych rodzimych gatunków drzew, krzewów i roślin zielnych będących pożytkiem dla pszczół” (podrozdział 3.2, tabela 3.2);
 - grupa 3 – gatunki niewykazane w opracowaniu „Baza danych rodzimych gatunków drzew, krzewów i roślin zielnych będących pożytkiem dla pszczół” (Lipiński 2010).

Tabela 6.1. Powierzchnia i udział siedlisk w promieniu 2 km wokół pasiek uczestniczących w badaniach

Grupa siedlisk	Kod grupy siedlisk	Powierzchnia łącznie (ha)	Udział (%)
Borowe świeże	BŚ	19805,33	32
Borowe wilgotne	BW	3705,23	6
Lasowe świeże	LŚ	18396,23	30
Lasowe wilgotne i łąkowe	LW	5854,61	10
Siedliska wyżynne	SW	3232,53	5
Siedliska górskie	SG	8203,18	13
Brak TSL*	N	2253,22	4
Razem		61450,33	100

* Brak danych o typie siedliskowym lasu

Opracowanie i analiza danych

Za dobową zmianę masy ula przyjęto średnią obliczaną na podstawie dwóch różnic, między masą ula z danego dnia z godziny 6:00 i tej samej godziny dnia poprzedniego, oraz tak samo wyliczonej różnicy z godziny 21:00. Dane dotyczące masy ula z godzin południowych w tej analizie pominięto. Dobowe zmiany masy ula posłużyły do obliczenia średnich 5-dniowych zmian masy ula. Podstawową analizę wyników przeprowadzono na podstawie dobowych zmian masy ula, natomiast średnie 5-dniowe posłużyły do określenia wpływu na sezonowe zmiany masy ula 30 różnych czynników, m.in.: pory sezonu, struktury krajobrazu, struktury lasu, warunków meteorologicznych czy przynależności podgatunkowej pszczół. Badając te zależności, wykorzystano analizę wzmocnionych drzew regresyjnych (BRT) (Elith i in. 2008), przyjmując, że średnia 5-dniowa była zmienną objaśnianą (zależną), zaś do zmiennych niezależnych zaliczono 30 wskazanych wcześniej czynników związanych z warunkami meteorologicznymi i porą roku, użytkowaniem gruntu i pasieką. W czasie 2 lat dla każdej ze 104 rodzin w pierwszym roku i 103 rodzin w drugim roku zgromadzono średnio 7696 danych.

Rozpoczynając analizę BRT, przyjęto następujące parametry: współczynnik uczenia – 0,1, proporcja losowej próby testowej – 0,3, minimalna liczność – 280, maksymalna liczba poziomów – 10, minimalne n potomka – 1, maksymalna liczba węzłów – 7. Losowanie (za każdym razem zmieniany zestaw danych „uczących” i danych „testowych”) powtórzono 30 razy. Dzięki temu uzyskano dwa efekty: 1) wynik oszacowania zmiany masy ula dla każdego (z 7696) zestawu zmiennych, 2) zredu-

kowano przypadkowość wyniku dzięki posługiwaniu się średnią z oszacowań średniej 5-dniowej zmiany masy (przeciętnie z 9, co wynikało z proporcji próby testowej i liczby powtórzonych losowań). Posiadanie oszacowanej wartości zmiany masy ula umożliwiło określenie stopnia wyjaśnienia zmienności badanej cechy. Obliczenie masy, czyli proporcji wkładu danej cechy w wyjaśnienie zmienności, także zostało wyliczone jako średnia z wyników 30 losowań.

Wyniki

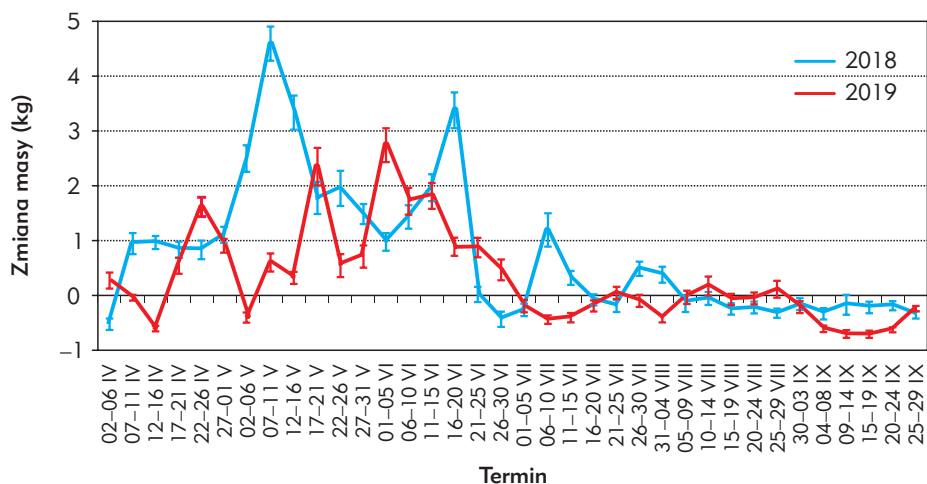
Dobowa zmiana masy, średnia dla wszystkich ważonych uli, utrzymywała się na poziomie zera kilogramów lub zwiększała się w 2018 roku przez 110 dni, a w 2019 roku tylko przez 77 dni (tab. 6.2). W pierwszym roku badań średnia liczba dni z dobową zmianą masy ula powyżej 0,3 kg dla wszystkich analizowanych rodzin wynosiła 41 dni, a powyżej 1 kg nie przekraczała 14 dni. W drugim roku badań średnia liczba dni z dobową zmianą masy powyżej 0,3 kg zmniejszyła się do 29 dni, a powyżej 1 kg – do 7 dni.

Tabela 6.2. Liczba dni (\pm SE) ze zmianami dobowej masy ula powyżej 0, 0,3 i 1,0 kg w sezonie 2018 i 2019 roku

	2018			2019		
	$\geq 0,0$ kg	$> 0,3$ kg	$> 1,0$ kg	$\geq 0,0$ kg	$> 0,3$ kg	$> 1,0$ kg
Średnia \pm SE	110,1 \pm 16,9	41,2 \pm 13,4	13,6 \pm 7,8	76,5 \pm 16,0	29,0 \pm 13,8	7,2 \pm 6,7
Mediana	111,5	42	13	77	27	6
Min.–max.	56–144	7–70	0–34	6–110	2–68	0–33
Kwartyl 25	100	33	7	67	18	2
Kwartyl 75	122	50	19	85	38	11
N	104	104	104	103	103	103

W czasie 6 miesięcy prowadzenia obserwacji, w każdym z badanych sezonów, pszczoły były narażone na duże czasowe i ilościowe różnice w dostępie do pokarmu, oceniane na podstawie średniej 5-dniowej zmiany masy (ryc. 6.3).

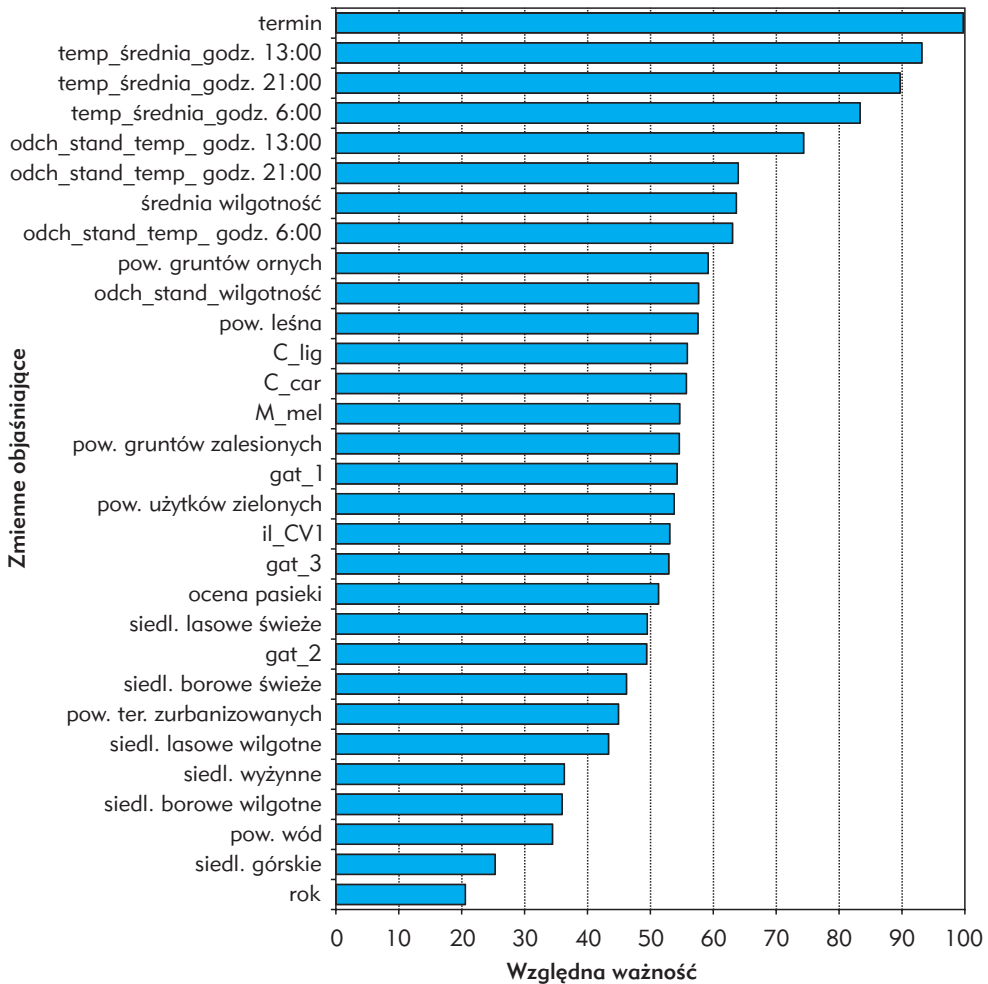
W sezonie 2018 roku zachodzące w okresach 5-dniowych zmiany masy uli osiągały większe wartości tylko w pierwszych trzech miesiącach prowadzonych obserwacji i były największe w pierwszej połowie maja (ryc. 6.3). W 2019 roku zmiany masy ula, z uwagi na warunki atmosferyczne, osiągały wyższe wartości dopiero w pierwszej połowie czerwca. W obu latach rodziny były najbardziej zagrożone niedożywieniem w ostatnich miesiącach badań.



Ryc. 6.3. Rozkład średniej (\pm SE) 5-dniowej zmiany masy uli w sezonie wegetacyjnym 2018 i 2019 r. Wyniki oparto na danych pochodzących ze wszystkich uli na wadze biorących udział w eksperymencie

Przyczyny zmiany masy ula z pszczołami na wadze

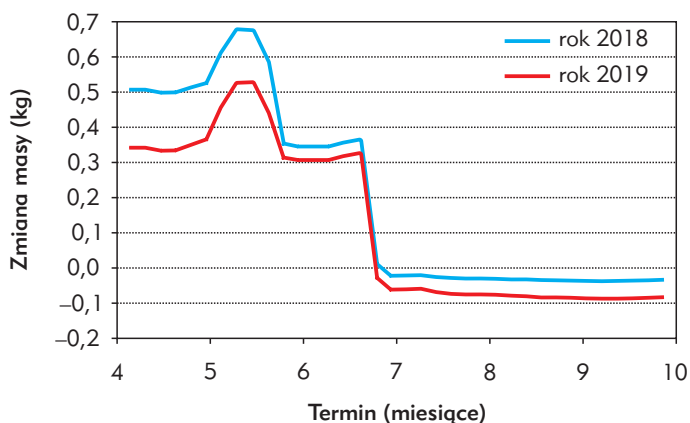
Skonfrontowanie zmian masy uli z 30 niezależnymi danymi meteorologicznymi i środowiskowymi pozwoliło wyjaśnić 28% zmienności. Wynik ten wskazuje, że badana zmienna zależna podlegała silnemu czynnikowi losowemu i (lub) wpływały na nią cechy nieujęte w tej analizie, np. indywidualne cechy danej rodziny pszczolej. Wśród badanych czynników, które w największym stopniu wyjaśniały zmiany masy ula w 5-dniowych okresach, były: termin oraz temperatura powietrza (ryc. 6.4). Pierwsze trzy czynniki: termin, średnia temperatura o godzinie 13:00 i 21:00, uznano za silne (ich względna ważność przekraczała wartość 0,9). Kolejne czynniki, już w małym stopniu wyjaśniające zmiany masy ula, także zostały zaliczone do cech meteorologicznych; były to: średnia temperatura o godzinie 6:00, odchylenia standardowe od średniej temperatury powietrza w poszczególnych godzinach, średnia wilgotność i odchylenia standardowe od średniej wilgotności w 5-dniowych okresach. Wpływ tej ostatniej cechy, mówiącej o zmienności wilgotności powietrza, był nieco mniejszy niż wpływ udziału gruntów ornych, a nieco większy niż gruntów leśnych w promieniu 2 km od pasieki. Za bardzo mały należy uznać wpływ podgatunków pszczoły miodnej, powierzchni warstw drzewostanu pokrytych daną grupą gatunków, powierzchni „pozostałych”, tzn. innych niż leśne lub rolne, rodzajów użytkowania gruntu, rodzaju siedliska leśnego, jakości pasieki i roku badań (ryc. 6.4).



Legenda: Linie i podgatunki pszczoły miodnej: C_car – *A. m. carnica*, M_mel – *A. m. mellifera*, C_lig – *A. m. ligustica*, il CV1 – mieszańce *A. m.* Gatunki roślin 1, 2, 3 – zob. Dodatek I

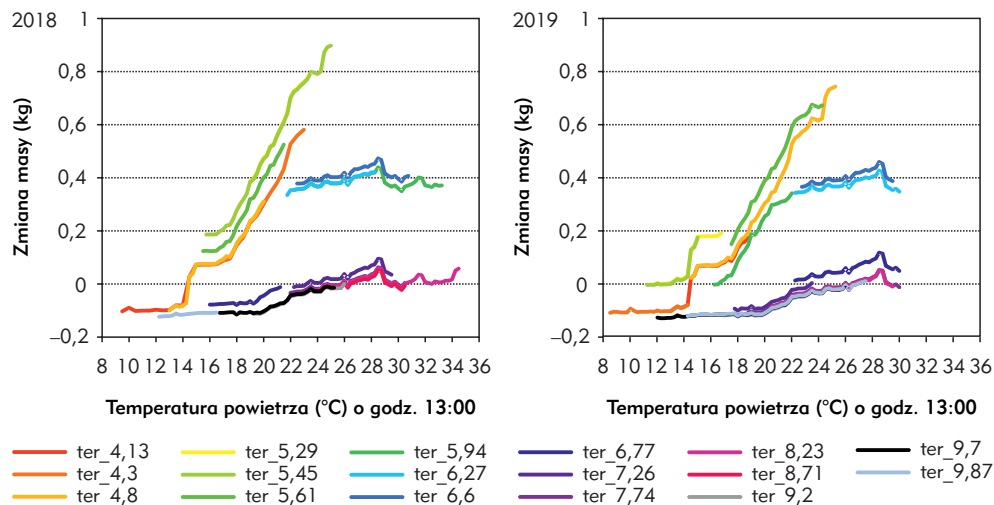
Ryc. 6.4. Wpływ (ważność) cech na zmianę średniej 5-dniowej masy ula

W obu latach badań dodatnie zmiany masy ula miały miejsce głównie w okresie od początku kwietnia do końca czerwca (ryc. 6.3). Później nastąpiło częstsze zmniejszanie się masy uli. Dwa lata badań różniły się przebiegiem zmian masy uli, co miało związek z panującymi warunkami atmosferycznymi, sam rok kalendarzowy okazał się bowiem cechą najmniej wpływającą na tę zmienną zależną. Tworząc teoretyczny model, w którym przyjęto we wszystkich terminach jednakową, przeciętną dla danego roku, temperaturę powietrza, uzyskano podobny przebieg zmian masy uli w obu latach badań (ryc. 6.5).



Ryc. 6.5. Hipotetyczne, zależne od terminu obserwacji, średnie 5-dniowe zmiany masy uli przy założeniu stałej w sezonie temperatury o godz. 13:00, wynoszącej 22°C w 2018 roku, a 20,8°C w 2019 roku

Wpływ temperatury powietrza na zmianę masy ula był zróżnicowany, w zależności od terminu (ryc. 6.6). Do połowy maja wpływ ten był silny: im wyższa temperatura, tym następowały większe przyrosty masy ula. Później, do drugiej dekady czerwca, wpływ ten był słabszy. Temperatura oddziaływała najmocniej wtedy, gdy wynosiła

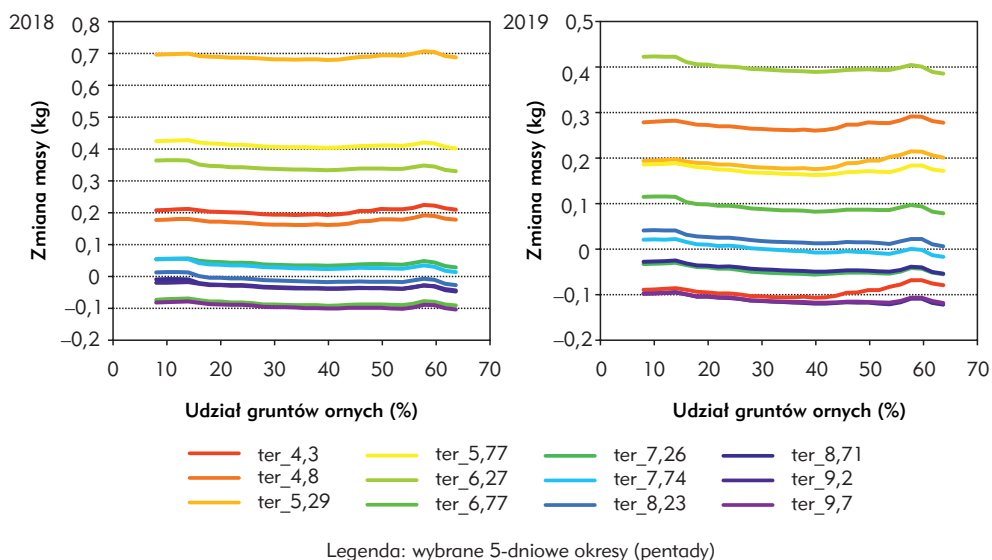


Legenda: wybrane 5-dniowe okresy (pentady)

Ryc. 6.6. Średnia 5-dniowa zmiana masy uli w poszczególnych terminach, w zależności od średniej temperatury powietrza o godzinie 13:00 w latach 2018 i 2019

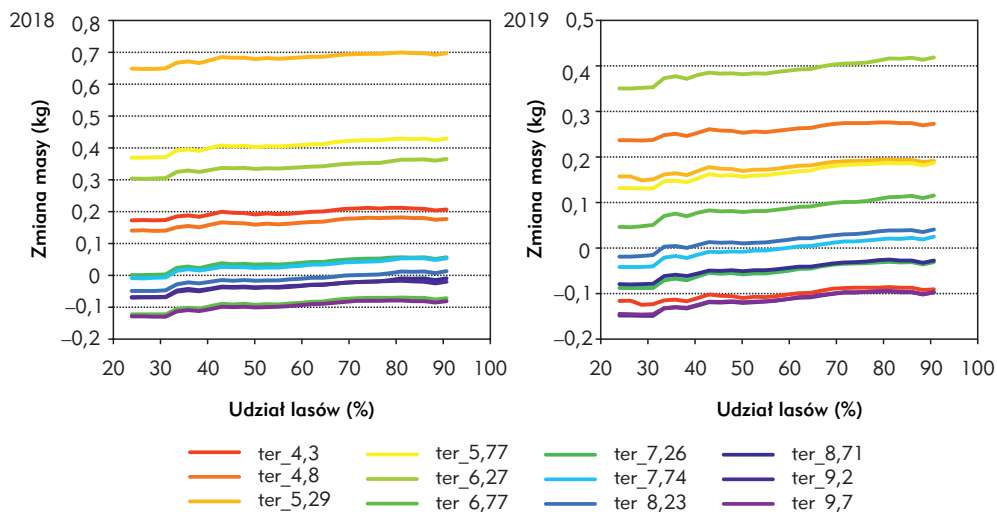
około 28°C o godzinie 13:00. Od końca czerwca wpływ temperatury na zmianę masy ula był niewielki. W zakresie powyżej 24°C było to oddziaływanie dodatnie, a poniżej tego progu następowało zmniejszenie masy ula. Największy wpływ temperatury na zmianę masy ula odnotowano w drugiej i trzeciej pentadzie maja 2018 roku. W tym samym okresie roku 2019 wpływ ten był słabszy, z uwagi na niskie temperatury powietrza.

Niewielki był wpływ rodzaju użytkowania gruntów na zmianę masy uli. Słabe zależności dotyczyły zmniejszenia dziennych przyrostów masy uli wraz ze zwiększaniem się udziału wód, terenów zurbanizowanych, użytków zielonych i gruntów ornych (ryc. 6.7).



Ryc. 6.7. Średnia 5-dniowa zmiana masy uli w poszczególnych terminach, w zależności od udziału gruntów ornych w sąsiedztwie monitorowanych rodzin pszczelich w latach 2018 i 2019

W niewielkim stopniu wzrastała również masa uli wraz ze zwiększaniem się udziału lasów. Nieznaczny był także wpływ siedliska leśnego na zmianę masy uli (ryc. 6.8), tak jak i podgatunku pszczoły miodnej zasiedlającego ważony ul.



Legenda: wybrane 5-dniowe okresy (pentady)

Ryc. 6.8. Średnia 5-dniowa zmiana masy ula w poszczególnych terminach, w zależności od udziału lasów w sąsiedztwie monitorowanych rodzin pszczeleli w latach 2018 i 2019

Omówienie wyników

Pora sezonu wegetacyjnego ma największy wpływ na zmiany masy ula. Wiosną, kiedy te zmiany są największe, determinuje je głównie temperatura powietrza, a latem dostępność pokarmu. Na wykorzystanie zasobów pokarmowych przez rodzinę pszczełą mają wpływ, choć znacznie mniejszy, warunki środowiskowe lokalnego krajobrazu.

Rozkład wykorzystania zasobów pokarmowych w sezonie, wyznaczony na podstawie średnich 5-dniowych zmian masy uli, wskazuje, że wiosną potrzeby pokarmowe pszczół są zaspokajane, ale liczba dni z wyższymi wzrostami masy ula świadczy o ograniczonych możliwościach gromadzenia zapasów pokarmu (tab. 6.2). Przyczyn ograniczeń w dostępie do pokarmu może być wiele. Jak wskazują wyniki przeprowadzonych badań, istotną rolę odgrywają przede wszystkim warunki atmosferyczne. W literaturze jako przyczynę ograniczenia pszczół w dostępie do pokarmu wymienia się także zbyt małą powierzchnię kwitnących roślin, zbyt dużą odległość źródeł pokarmu od gniazda pszczelego, nieodpowiednią strukturę rodziny pszczelej z niewielką liczbą mało aktywnych zbieraczek oraz zbyt dużą liczbę pszczół żerujących na kwiatkach i konkurujących o ograniczone zasoby (Seeley 1995, Cane i Tepedino 2017, Alaux i in. 2019). Zgodnie z uzyskanymi wynikami, wiosną, w warunkach atmosferycznych sprzyjających lotom pszczół, rodziny są w mniejszym stopniu narażone na długie przerwy w dostępie do pokarmu. W tym okresie, wraz ze wzrostem temperatury powietrza, zwiększają się też zapasy pokarmu w gnieździe. Wiosną pszczoła

miodna jest więc w stanie zaspokoić bieżące potrzeby i gromadzić niewielkie ilości zapasów. Sytuacja zmienia się z chwilą pogorszenia się warunków atmosferycznych. Obserwowano to w maju 2019 roku, kiedy doszło do ochłodzenia i wystąpiły opady deszczu. W takich okresach pszczoły zaczynają wykorzystywać zgromadzone w gnieździe zapasy, które w krótkim czasie się kończą.

Wyniki przytaczanych badań wskazują, że pszczoła miodna jest narażona na ograniczenia pokarmowe spowodowane brakiem wystarczającej ilości pokarmu w środowisku od trzeciej dekady czerwca. W lipcu i sierpniu ubytki masy ula nie są już rekompensowane ilością gromadzonego w gnieździe pokarmu. Pomimo sprzyjających w tym czasie temperatur i obecnej w gnieździe pszczoły lotnej rodziny są zmuszone do korzystania z zapasów zgromadzonych w gnieździe. Dla rodziny pszczeliej koniec lipca i sierpień to ważny okres związany z wychowem pokolenia, którego zadaniem będzie przetrwanie zimy. Występujące w tym czasie ograniczenia pokarmowe nie sprzyjają rozwojowi rodzin pszczelich, które więcej wysiłku muszą włożyć w odnajdywanie pokarmu, często kosztem ograniczenia wychowu czerwiu. Długie przerwy w dopływie pokarmu do gniazda mogą być przyczyną niedożywienia rodziny i, w konsekwencji, problemów zdrowotnych (Goulson i in. 2015). Problem ten dotyczy także dziko żyjących pszczół, zwłaszcza gatunków pojawiających się późną wiosną i latem, które mogą mieć duże trudności w zaopatrzeniu potomstwa w zapasy pokarmu (Leach i Drummond 2018).

Pszczoła miodna dużą aktywność lotną wykazuje w temperaturze mieszczącej się w granicach 15–25°C (Abou-Shaara i in. 2017). Potwierdzają to wyniki naszych badań, które wskazują dodatkowo, że mimo optymalnej temperatury nie wszystkie monitorowane rodziny były zdolne do wykorzystania dostępnego pokarmu. Prawdopodobnie były to zbyt słabe rodziny, z niewielką liczbą mało aktywnych zbieraczek lub rodziny, które się wyroiły. Mogły to być rodziny chore, silnie porażone pasożytem *Varroa destructor* lub *Nosema ceranae*. W takich przypadkach wskazania wagi mogą być oznaką stanu rodziny, jej zachowania lub zdrowotności.

Zmiany dobowe masy ula w granicach od 0,0 do 0,3 kg wynikają głównie ze zmian zachodzących w gnieździe, ilości wychowywanego czerwiu, wygryzających się młodych pszczół, budowy nowych plastrów, ilości przynoszonej do gniazda wody (Seeley 1995). Wzrosty masy ula powyżej 0,3 kg związane są przede wszystkim z ilością gromadzonego w gnieździe nektaru i pyłku. Można zatem oczekiwać, że zmiany masy ula poniżej 0,3 kg stanowią pierwszy sygnał ograniczonego dopływu pokarmu do gniazda. Może to także wskazywać na zagrożenie zaburzenia równowagi pomiędzy dostępnymi zasobami pokarmu a liczbą obecnych tam pszczół i ich potomstwa. To zagrożenie w pierwszej kolejności będzie dotyczyć pszczół samotnych dziko żyjących, których zasięg żerowania jest znacznie mniejszy niż pszczoły miodnej i zwykle nie przekracza kilkuset metrów wokół gniazda (Zurbuchen i in. 2010).

Wzorzec ilościowego rozkładu zasobów pokarmowych w sezonie powinien być wykorzystywany nie tylko przez pszczelarzy do oceny występowania pożytków nektar-

rowych zapewniających zbiory miodu towarowego, ale także do zarządzania zasobami pokarmowymi w celu ochrony owadów dziko żyjących, często korzystających z tych samych źródeł pokarmu co pszczoła miodna. Stopień ilościowego wykorzystania zasobów pokarmowych przez pszczołę miodną może być wskazówką pozwalającą ocenić, jak duże są to zasoby i jak liczna populacja owadów zapylających może zaspokoić swoje potrzeby żywieniowe. Taka ocena pozwoli wskazać, kiedy i w jakiej liczbie warto wprowadzić na określony obszar komercyjnie użytkowaną pszczołę miodną.

Utrzymywanie dużej liczby rodzin pszczelich na obszarach naturalnych i półnaturalnych jest problematyczne z punktu widzenia ochrony dzikich zapylaczy (Alaux i in. 2019). Komercyjne użytkowanie pszczoły miodnej stanowi działalność rolniczą i nie należy jej mylić z ochroną przyrody. Pszczoła miodna jest niezbędna na terenach rolniczych do zapylania upraw, tam, gdzie brakuje dziko żyjących pszczół. Na obszarach naturalnych i półnaturalnych liczba utrzymywanych rodzin powinna być kontrolowana i dostosowywana do lokalnych zasobów pokarmowych oraz liczebności i różnorodności występujących tam gatunków dzikich zapylaczy. Na wskazanych obszarach powinno się zalecać utrzymywanie mniejszej liczby rodzin, bardziej rozproszonych w terenie, zgodnie ze wskazówkami zawartymi w „Zasadach udostępniania obszarów leśnych właścicielom rodzin pszczelich”, opracowanymi dla Lasów Państwowych w ramach projektu „Pszczoły wracają do lasu” (zob. podrozdział 6.2).

Poza ograniczeniem konkurencji o pokarm, dziko żyjące zapylacze można chronić, zwiększając udział roślin pokarmowych w środowisku, zwłaszcza gatunków zapewniających ciągłość fenologiczną kwitnienia. Poprawa warunków żywieniowych może skutkować zwiększeniem liczebności i różnorodności obecnych na tych obszarach gatunków pszczół. Lepiej odżywione, żyjące dłużej pszczoły będą skuteczniejszymi zapylaczami i lepiej poradzą sobie w trudnych okresach ograniczonego dostępu do pokarmu.

Każdy typ lasu różni się porą występowania, dostępnością i ilością dostarczanego pokarmu. Znajomość ilościowego wzorca rozkładu zasobów pokarmowych w różnych siedliskach leśnych może ułatwić sprawne i skuteczne zarządzanie nimi. W czasie, gdy występują niedobory pokarmu, można ograniczać liczbę komercyjnie użytkowanych rodzin pszczelich lub – jak już wspomniano – uzupełniać wskazane obszary o nowe gatunki roślin zapewniające fenologiczną ciągłość kwitnienia. Wzbogacanie bazy pokarmowej leży również w interesie pszczelarzy, którzy będą mogli korzystać z bezpieczniejszych miejsc, zapewniających użytkowanym rodzinom pszczełim zróżnicowany i ciągły dostęp do pokarmu.

Podsumowanie

Dokonana w ramach projektu „Pszczoły wracają do lasu” ocena ilościowego wykorzystania zasobów pokarmowych przez pszczołę miodną wyjaśnia, jak duże są to za-

soby i kiedy w sezonie wegetacyjnym mogą zaspakajać potrzeby żywieniowe pszczół. Ułatwia to racjonalną decyzję, czy i kiedy na badanych obszarach wprowadzać użytkowaną komercyjnie pszczołę miodną i jak poprawić warunki żywieniowe wszystkich owadów zapylających. Rodzi się tylko pytanie, czy potrafimy skorzystać z tej wiedzy.

6.2. Zasady udostępniania obszarów leśnych właścicielom rodzin pszczelich

Krystyna Czekońska

Wprowadzenie

Jednym z zadań Lasów Państwowych jest ochrona przyrody, w tym ochrona dziko żyjących owadów zapylających. Lasy Państwowe zobowiązane są także do udostępniania obszarów leśnych na potrzeby ludności, m.in. właścicielom rodzin pszczelich. Wywiązanie się z tych zadań wymaga określenia zasad, które mają służyć zachowaniu w środowisku równowagi żywieniowej zarówno pomiędzy rodzinami pszczoły miodnej, jak i pomiędzy pszczołą miodną a innymi gatunkami owadów zapylających. Konkurencja o pokarm jest jedną z głównych przyczyn ginięcia dzikich owadów zapylających oraz poważnych problemów zdrowotnych pszczoły miodnej. Wprowadzenie zasad udostępniania obszarów leśnych na potrzeby pszczelarstwa może przyczynić się do zrównoważenia wykorzystania zasobów pokarmowych i w konsekwencji do zwiększenia różnorodności gatunkowej dzikich owadów zapylających.

Obecnie ogólne zasady lokalizacji pasiek na obszarach leśnych stanowiących własność Skarbu Państwa określa ustawa z dnia 28 września 1991 roku o lasach oraz Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 28 grudnia 1998 r. w sprawie szczegółowych zasad ochrony i zbioru płodów runa leśnego oraz zasad lokalizowania pasiek na obszarach leśnych. Niniejsze opracowanie zawiera szczegółowe wskazówki postępowania przy wyborze miejsca na pasiekę, dopuszczalnego zagęszczenia rodzin, udostępnienia terenu pod pasiekę oraz obowiązków właściciela rodzin pszczelich.

I. Typowanie miejsc na pasieki

1. Miejsce na pasiekę powinno być zlokalizowane na obrzeżach lasu lub na polanach śródleśnych, usytuowanych przy drogach leśnych mało uczęszczanych przez oso-

by postronne (turystów lub grzybiarzy). Na terenach pokrytych wzniesieniami zaleca się wybierać stanowiska położone na stokach południowych, południowo-wschodnich lub południowo-zachodnich. Szczególnie przy wykorzystaniu pożytków spadziowych wskazane jest położenie południowo-wschodnie, ze względu na pobudzenie aktywności pszczoł lotnych w godzinach rannych, kiedy spadź wykazuje mniejszą lepkość.

2. Miejsce pod pasiekę powinno zapewniać pszczołom umiarkowany cień, dobrą ochronę przed wiatrami i brak przeciągów. Na pasieczyska nie nadają się stanowiska wilgotne (zagłębienia terenu, kotliny, doliny ze strumieniami, rzekami). Unikać należy linii wysokiego napięcia, miejsc w pobliżu torów kolejowych, bliskiego sąsiedztwa obiektów użyteczności publicznej oraz zakładów produkcyjnych. Wybierając miejsce pod pasiekę na terenach zurbanizowanych, postępować należy zgodnie z zasadami „Kodeksu dobrej praktyki produkcyjnej w pszczelarstwie”.
3. Wybór miejsca na pasieczysko zależy od rodzaju pasieki (wędrowna czy stacjonarna) oraz od rodzaju pożytków (nektarowe czy spadziowe). W przypadku pasiek wędrownych, nastawionych na wykorzystanie pożytków nektarowych, zaleca się udostępnianie terenów leśnych głównie w miesiącach kwitnienia licznych gatunków roślin miododajnych, tj. w okresie od kwietnia do końca trzeciej dekady czerwca i wyjątkowo od połowy sierpnia do pierwszych przymrozków w czasie kwitnienia wrzosu pospolitego (*Calluna vulgaris*). Pasieka wędrowna powinna być ustawiona w bezpośrednim sąsiedztwie źródła pożytku i pozostawać tam jak najkrócej po jego zakończeniu. Na czas występowania spadzi tereny leśne (poza obszarami, gdzie prowadzona jest gospodarka bartna) mogą być udostępniane właścicielom pasiek wędrownych bez ograniczeń czasowych.
4. Pasieka stacjonarna powinna być ustawiona w odległości nie większej niż 0,5 km od najważniejszych źródeł pokarmu na danym terenie.
5. Na pasieczysku pszczoły muszą mieć stały dostęp do wody z naturalnego źródła, stawu, oczka wodnego lub sztucznego zbiornika (poidła) wykonanego lub ustawionego przez właściciela rodzin pszczelich i na jego koszt.

II. Zagęszczenie rodzin pszczelich w terenie

1. Liczba rodzin pszczelich na jednym pasieczysku, z uwagi na: ograniczone zasoby pokarmu występujące na terenach leśnych, konkurencję o pokarm między owadami zapylającymi oraz zdrowotność rodzin pszczelich, nie powinna być większa niż 20. Zagęszczenie rodzin pszczelich w terenie nie powinno przekraczać 3,2 rodziny na powierzchni 100 ha (1 km²), co odpowiada 40 rodzinom na powierzchni 1256 ha, tj. obszarowi w kształcie koła o promieniu 2 km od pasieki.
2. Odległość pomiędzy pasiekami obecnymi na danym obszarze i nowo tworzonymi nie powinna być mniejsza niż 2,0 km.

3. Na obszarach leśnych, gdzie prowadzona jest gospodarka bartna, zaleca się, aby:
 - a) pasieki stacjonarne i wędrownie lokalizować w odległości nie mniejszej niż 1000 m od najbliższego miejsca gniazdowania pszczół,
 - b) na wskazany obszar wprowadzać tylko pszczoły ciemnej barwy, zadeklarowane przez właściciela pasieki stosownym oświadczeniem. Na obszarach leśnych nie powinny być użytkowane pszczoły żółto ubarwione.

III. Termin i warunki uzyskania zgody na udostępnienie terenu

1. Właściciel rodzin pszczelich zobowiązany jest zawrzeć z nadleśnictwem umowę użyczenia na udostępnienie terenu, na którym będą ustawione ule z pszczołami.
2. Wniosek w sprawie udostępnienia terenu może być składany drogą e-mailową lub pisemnie, co najmniej 15 dni przed planowanym przewozem rodzin pszczelich. Wraz z wnioskiem pszczelarz jest zobowiązany złożyć:
 - a) zaświadczenie o posiadaniu podstawowych kwalifikacji pszczelarskich, potwierdzone przez właściwą dla właściciela rodzin organizację pszczelarską,
 - b) numer zgłoszenia działalności pszczelarskiej do Powiatowego Inspektoratu Weterynarii,
 - c) w nadleśnictwach, gdzie prowadzona jest gospodarka bartna, dodatkowo oświadczenie, że użytkowane lub przywożone pszczoły miodne są barwy ciemnej.
3. W dniu podpisania umowy użyczenia na ustawienie rodzin pszczelich na terenie nadleśnictwa pszczelarz jest zobowiązany przedstawić:
 - a) aktualne zaświadczenie lekarsko-weterynaryjne o stanie zdrowia pszczół z uwzględnieniem chorób podlegających obowiązkowi zwalczania i rejestracji, zgodnie z ustawą z dnia 11 marca 2004 roku o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt,
 - b) aktualne zaświadczenie od lekarza weterynarii, że przewożona pasieka pochodzi z terenu wolnego od zgnilca amerykańskiego (zgodnie z ustawą z dnia 11 marca 2004 roku o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt i Rozporządzeniem MRiRW z dnia 11 lipca 2016 roku w sprawie zwalczania zgnilca amerykańskiego pszczół),
 - c) ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej z tytułu posiadania rodzin pszczelich; brak wskazanych dokumentów skutkuje cofnięciem zgody na udostępnienie terenu pod pasiekę.
4. Nadleśnictwo ma prawo rozwiązać umowę użyczenia na udostępnienie terenu pod pasiekę w przypadku przekroczenia warunków określanych w punkcie II.

IV. Obowiązki właściciela rodzin pszczelich

1. Ze względu na narażanie ludzi i zwierząt na pożądenie przez pszczoły, miejsce pod pasieczysko powinno być dobrze oznaczone poprzez umieszczenie ostrzeżenia w formie tablicy „Uwaga pszczoły! Nieupoważnionym wstęp wzbroniony” oraz podanie numeru telefonu.
2. Pasięka wędrowna, z chwilą zakończenia pożytku nektarowego lub spadziowego, powinna być jak najszybciej wywieziona z udostępnionego obszaru lasu.
3. Właściciel rodzin pszczelich zobowiązany jest do przestrzegania zasad określonych w punkcie II, dotyczącym zagęszczenia rodzin pszczelich w terenie.
4. Właściciel rodzin pszczelich jest zobowiązany, w czasie trwania umowy, do utrzymania porządku na udostępnionym terenie.
5. Właściciel rodzin pszczelich jest zobowiązany do przestrzegania przepisów i zasad ochrony przeciwpożarowej na terenach leśnych.
6. Właściciel pasieki stacjonarnej zobowiązany jest każdego roku, wiosną, przedstawić aktualne zaświadczenie lekarsko-weterynaryjne (punkt III.3.a) oraz ubezpieczenie OC (punkt III.3.c).
7. Właściciel pszczół może zabezpieczyć pasiekę tymczasowym ogrodzeniem (np. płot z siatki leśnej z furtką na kłódkę), jednak z chwilą wywozu rodzin jest zobowiązany przywrócić teren do stanu poprzedniego.
8. Właściciel ma obowiązek zabrania rodzin pszczelich z udostępnionego miejsca (na swój koszt) w przypadku:
 - a) prowadzenia prac (zabiegów) zagrażających życiu i zdrowiu pszczół lub grożących uszkodzeniem pasieki,
 - b) na każde pisemne wezwanie nadleśniczego w innych szczególnie uzasadnionych przypadkach.

V. Obowiązki udostępniającego teren pod pasiekę

1. Wyznaczenie miejsc pod pasieki spełniające kryteria określone w punkcie I, dotyczącym typowania miejsc pod pasieki.
2. Miejsce pod pasiekę wskazuje nadleśniczy.
3. Na wniosek pszczelarzy mogą być rozważane nowe lokalizacje, muszą one jednak spełniać wszystkie wymagania ogólne i szczegółowe.
4. Oznaczenie miejsc pod pasieki poprzez ich prowizoryczne oznakowanie lub ogrodzenie.
5. Wydanie w ciągu 10 dni, na podstawie złożonych przez właściciela rodzin pszczelich dokumentów, decyzji o udostępnieniu gruntu pod pasiekę.
6. W przypadku wystąpienia pożytków spadziowych wydanie decyzji z pominięciem terminów określonych w punkcie III.2.

7. Poinformowanie właściciela rodzin pszczelich o istniejących zagrożeniach na wskazanym obszarze (np. obecność dzikich zwierząt itp.).
8. W przypadku wystąpienia sytuacji opisanej w punkcie IV.8 niezwłoczne poinformowanie właściciela rodzin pszczelich – z zachowaniem przynajmniej pięciodniowego terminu wykonania.
9. Prowadzenie rejestru wniosków oraz ewidencjonowanie pasiek na Leśnej Mapie Numerycznej.
10. Nadleśniczy corocznie aktualizuje wykaz miejsc pod pasieki na dzień 01.04.
11. Bieżący nadzór nad przestrzeganiem zasad niniejszej instrukcji na terenie leśnym posiada miejscowy leśniczy.

Literatura

- Abou-Shaara H.F., Owayss A.A., Ibrahim Y.Y., Basuny N.K. 2017. A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insectes Sociaux*, 64, 455–463. <https://doi.org/10.1007/s00040-017-0573-8>
- Alaux C., Le Conte Y., Decourtye A. 2019. Pitting Wild Bees Against Managed Honey Bees in Their Native Range, a Losing Strategy for the Conservation of Honey Bee Biodiversity. *Frontiers Ecology and Evolution*, 7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00060>
- Banaszak J., Czechowska W., Czechowski W., Garbarczyk H., Sawoniewicz J., Wiśniowski B. 2000. Zagrożenia i perspektywy ochrony owadów błonkoskrzydłych (Hymenoptera). *Wiadomości Entomologiczne*, 18 (2) 177–211.
- Brosi B.J., Delaplane K.S., Boots M., de Roode J.C. 2017. Ecological and evolutionary approaches to managing honeybee disease. *Nature Ecology and Evolution*, 1, 1250–1262. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0246-z>
- Cane J.H., Tepedino V.J. 2017. Gauging the Effect of Honey Bee Pollen Collection on Native Bee Communities. *Conservation Letters*, 10, 205–210. <https://doi.org/10.1111/conl.12263>
- Elith J., Leathwick J.R., Hastie T. 2008. A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology*, 77, 802–813. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01390.x>
- Goulson D., Nicholls E., Botías C., Rotheray E.L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347. <https://doi.org/10.1126/science.1255957>
- Greenleaf S.S., Williams N.M., Winfree R., Kremen C. 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia*, 153 (3), 589–596.
- Leach M.E., Drummond F. 2018. A Review of Native Wild Bee Nutritional Health. *International Journal of Ecology*. <https://www.hindawi.com/journals/ijecol/2018/9607246/abs/>
- Lipiński M. 2010. Pożytki pszczele – zapylenie i miododajność roślin. Wyd. IV. PWRiL, Warszawa.
- Martins K.T., Albert C.H., Lechowicz M.J., Gonzalez A. 2018. Complementary crops and landscape features sustain wild bee communities. *Ecological Applications*, 28, 1093–1105. <https://doi.org/10.1002/eap.1713>

- Mazur W.** 2014. Podręcznik najlepszych praktyk ochrony owadów. Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, Warszawa.
- Pałach R.** 2011. Kodeks dobrej praktyki produkcyjnej w pszczelarstwie. Polski Związek Pszczelarski.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 28 grudnia 1998 r. w sprawie szczegółowych zasad ochrony i zbioru płodów runa leśnego oraz zasad lokalizowania pasiek na obszarach leśnych (Dz.U. z 1999 r. Nr 6, poz. 42).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 lipca 2016 r. w sprawie zwalczania zgnilca amerykańskiego pszczoł (Dz.U. z 2016 r., poz. 1123).
- Seeley T.D.** 1995. *The Wisdom of the Hive: The social physiology of honey bee colonies*. Harvard University Press.
- Szabla K.** 2018. Pszczoły wracają do lasu. *Postępy Techniki w Leśnictwie*, 143, 36–40.
- Szklanowska K.** 1973. Bory jako baza pożytkowa pszczoł. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 17, 51–85.
- Szklanowska K.** 1979. Nektarowanie i wydajność miodowa ważniejszych roślin runa lasu liściastego. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 23, 124–130.
- Szwagrzyk J., Bodziarczyk J., Frączek M.** 2019. Analiza danych florystycznych. Załącznik VII do Raportu końcowego z realizacji projektu „Pszczoły wracają do lasu”. GDLP w Warszawie.
- Tofilski A., Oleksa A., Zaremba K.** 2019. Bartnictwo jako forma ochrony dziko żyjących rodzin pszczoły miodnej w lasach – zalecenia dla praktyki. Instrukcja Lasów Państwowych z dnia 9.05.2019.
- Ustawa z dnia 28 września 1991 roku o lasach (Dz.U. z 1991 r. Nr 101, poz. 444).
- Ustawa z dnia 11 marca 2004 roku o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt (Dz.U. z 2004 r. Nr 69, poz. 625).
- Vaudo A.D., Tooker J.F., Patch H.M., Biddinger D.J., Coccia M., Crone M.K., Fiely M., Francis J.S., Hines H.M., Hodges M.** 2020. Pollen Protein: Lipid Macronutrient Ratios May Guide Broad Patterns of Bee Species Floral Preferences. *Insects*, 11, 132.
- Warakomska Z.** 1972. Badania nad wydajnością pyłkową roślin. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 16, 63–90.
- Zurbuchen A., Landert L., Klaiber J., Müller A., Hein S., Dorn S.** 2010. Maximum foraging ranges in solitary bees: Only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation*, 143, 669–676. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>

Dodatek I

(do podrozdziału 6.1, s. 173)

Gatunki roślin należące do grup 1, 2 i 3:

Grupa 1: *Prunus avium*, *Salix ceprea*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Rhamnus frangula*, *Corylus avellana*, *Prunus spinosa*, *Frangula alnus*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus*.

Grupa 2: *Berberis*, *Prunus padus*, *Crataegus monogyna*, *Crataegus laevigata*, *Pyrus communis*, *Malus sylvestris*, *Sorbus aucuparia*, *Acer campestre*, *Prunus cerasifera*, *Prunus maackii*, *Prunus spinosa*, *Salix*.

Grupa 3: *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Sorbus torminalis*, *Aesculus*, *Ligustrum*, *Syringa vulgaris*, *Alnus*, *Euonymus*, *Symphytum officinale* i inne gatunki.

Tabela I. Powierzchnia łączna zajęta przez gatunki występujące w I piętrze drzewostanów oraz określenie ich przynależności do grupy ze względu na przydatność dla pszczół

Gatunek		Grupa gatunków I piętra drzewostanu	Powierzchnia łącznie
Symbol	Nazwa		
IWA	wierzba iwa	gat_1	0,45
JW	klon jawor	gat_1	358,59
KL	klon pospolity	gat_1	17,73
LP	lipa drobnolistna	gat_1	126,09
CZR.P	czereśnia ptasia	gat_1	1,93
ŚL.T	śliwa tarnina	gat_1	0,08
BK	buk pospolity	gat_2	5762,99
CZR	czereśnia	gat_2	4,24
GŁG	głóg jednoszyjkowy	gat_2	0,08
GR	grusza pospolita	gat_2	0,09
JB	jabłoń dzika	gat_2	0,75
JD	jodła pospolita	gat_2	4178,17

Tabela I. cd.

Gatunek		Grupa gatunków I piętra drzewostanu	Powierzchnia łącznie
Symbol	Nazwa		
JRZ	jarzęb pospolity	gat_2	0,21
KL.P	klon polny	gat_2	0,01
ŚW	świerk pospolity	gat_2	3401,78
WB	wierzba biała	gat_2	9,78
KAL.K	kalina koralowa	gat_2	0,11
AK	robinia akacyjowa	gat_3	29,15
BRZ	brzoza brodawkowata	gat_3	3415,51
BRZ.O	brzoza omszona	gat_3	0,17
BST	wiąz górski	gat_3	3,43
DB	dąb	gat_3	3003,20
DB.B	dąb bezszypułkowy	gat_3	303,97
DB.C	dąb czerwony	gat_3	72,67
DB.S	dąb szypułkowy	gat_3	473,94
DG	daglezja zielona	gat_3	34,26
GB	grab pospolity	gat_3	500,21
JRZ.B	jarzęb brekinia	gat_3	0,08
JS	jesion wyniosły	gat_3	202,10
KSZ	kasztanowiec biały	gat_3	0,42
MD	modrzew europejski	gat_3	1235,16
MD.P	modrzew polski	gat_3	0,54
OL	olsza czarna	gat_3	1980,35
OL.S	olsza szara	gat_3	380,40
OS	topola osika	gat_3	84,24
SO	sosna zwyczajna	gat_3	28817,22
SO.B	sosna Banksa	gat_3	1,08
SO.C	sosna czarna	gat_3	22,92

SO.S	sosna smołowa	gat_3	1,65
SO.WE	sosna wejmutka	gat_3	11,70
ŚL.A	śliwa ałyczna	gat_3	0,01
ŚW.SI	świerk sitkajski	gat_3	1,31
TP	topola	gat_3	12,74
TP.C	topola czarna	gat_3	0,23
WZ	wiąz	gat_3	9,97
WZ.S	wiąz szypułkowy	gat_3	0,03
ŻYW.O	żywotnik olbrzymi	gat_3	0,22
ŻYW.Z	żywotnik zachodni	gat_3	0,01
Suma końcowa			54461,97

Tabela II. Powierzchnia łączna zajęta przez gatunki występujące w II piętrze drzewostanów oraz określenie ich przynależności do grupy ze względu na przydatność dla pszczół

Gatunek		Grupa gatunków II piętra drzewostanu	Powierzchnia
Symbol	Nazwa		
JW	klon jawor	gat_1	46,03
KL	klon pospolity	gat_1	10,14
LP	lipa drobnolistna	gat_1	26,60
BK	buk pospolity	gat_2	268,87
JD	jodła pospolita	gat_2	232,31
ŚW	świerk pospolity	gat_2	326,90
BRZ	brzoza brodawkowata	gat_3	20,14
DB	dąb	gat_3	246,50
DB.B	dąb bezszypułkowy	gat_3	5,23
DB.C	dąb czerwony	gat_3	14,11
DB.S	dąb szypułkowy	gat_3	36,66
GB	grab pospolity	gat_3	423,33
JS	jesion wyniosły	gat_3	1,53

Tabela II. cd.

Gatunek		Grupa gatunków II piętra drzewostanu	Powierzchnia
Symbol	Nazwa		
MD	modrzew europejski	gat_3	0,30
OL	olsza czarna	gat_3	3,28
OL.S	olsza szara	gat_3	0,52
OS	topola osika	gat_3	0,91
SO	sosna zwyczajna	gat_3	24,47
WZ	wiąz	gat_3	0,46
Suma końcowa			1688,29

Tabela III. Powierzchnia łączna zajęta przez gatunki występujące w podroście o charakterze II piętra oraz określenie ich przynależności do grupy ze względu na przydatność dla pszczół

Gatunek		Grupa gatunków podrostu o charakterze II piętra	Powierzchnia
Symbol	Nazwa		
IWA	wierzba iwa	gat_1	0,17
JW	klon jawor	gat_1	9,25
KL	klon pospolity	gat_1	6,08
LP	lipa drobnolistna	gat_1	5,82
BK	buk pospolity	gat_2	339,53
JD	jodła pospolita	gat_2	7,88
ŚW	świerk pospolity	gat_2	150,07
AK	robinia akacyjowa	gat_3	0,15
BRZ	brzoza brodawkowata	gat_3	8,93
DB	dąb	gat_3	92,66
DB.B	dąb bezszypułkowy	gat_3	1,10
DB.C	dąb czerwony	gat_3	3,87
DB.S	dąb szypułkowy	gat_3	29,46
GB	grab pospolity	gat_3	60,07

JS	jesion wyniosły	gat_3	0,95
OL	olsza czarna	gat_3	0,38
WZ	wiąz	gat_3	0,02
Suma końcowa			716,39

Tabela IV. Powierzchnia łączna zajęta przez gatunki występujące w podroście oraz określenie ich przynależności do grupy ze względu na przydatność dla pszczół

Gatunek		Grupa gatunków podrostu	Powierzchnia
Symbol	Nazwa		
IWA	wierzba iwa	gat_1	0,02
JW	klon jawor	gat_1	68,35
KL	klon pospolity	gat_1	3,50
LP	lipa drobnolistna	gat_1	8,06
BK	buk pospolity	gat_2	1314,01
CZR	czereśnia	gat_2	0,00
JD	jodła pospolita	gat_2	1318,01
ŚW	świerk pospolity	gat_2	283,95
WB	wierzba biała	gat_2	0,61
BRZ	brzoza brodawkowata	gat_3	9,81
CIS	cis pospolity	gat_3	0,25
DB	dąb	gat_3	338,95
DB.B	dąb bezszypułkowy	gat_3	38,51
DB.C	dąb czerwony	gat_3	7,37
DB.S	dąb szypułkowy	gat_3	56,51
DG	daglezcja zielona	gat_3	2,77
GB	grab pospolity	gat_3	30,51
JD.O	jodła olbrzymia	gat_3	3,03
JS	jesion wyniosły	gat_3	11,79
MD	modrzew europejski	gat_3	6,28

Tabela IV. cd.

Gatunek		Grupa gatunków podrostu	Powierzchnia
Symbol	Nazwa		
OL	olsza czarna	gat_3	22,99
OS	topola osika	gat_3	0,43
SO	sosna zwyczajna	gat_3	26,97
SO.WE	sosna wejmutka	gat_3	0,02
WZ	wiąz	gat_3	0,98
Suma końcowa			3553,68

Tabela V. Powierzchnia łączna zajęta przez gatunki występujące w podszyciu oraz określenie ich przynależności do grupy ze względu na przydatność dla pszczół

Gatunek		Grupa gatunków podszytu	Powierzchnia
Symbol	Nazwa		
IWA	wierzba iwa	gat_1	3,89
JW	klon jawor	gat_1	13,43
KL	klon pospolity	gat_1	8,80
KRU	kruszyna pospolita	gat_1	300,45
LP	lipa drobnolistna	gat_1	13,73
LSZ	leszczyna pospolita	gat_1	187,03
ŚL.T	śliwa tarnina	gat_1	8,78
CZR.P	czereśnia ptasia	gat_1	0,03
BER	berberys pospolity	gat_2	1,35
BEZ.C	bez czarny	gat_2	36,75
BK	buk pospolity	gat_2	121,4
CZM	czereemcha pospolita	gat_2	85,92
CZR	czereśnia	gat_2	0,40
GŁG	głóg jednoszyjkowy	gat_2	6,69
GR	grusza pospolita	gat_2	0,19

JAŁ	jałowiec pospolity	gat_2	42,49
JB	jabłoń dzika	gat_2	0,13
JD	jodła pospolita	gat_2	20,94
JRZ	jarzęb pospolity	gat_2	148,08
KAL.K	kalina koralowa	gat_2	1,50
KL.P	klon polny	gat_2	0,01
PRZ.C	porzeczką czarna	gat_2	0,90
PRZ.CW	porzeczką czerwoną	gat_2	1,92
SCH	suchodrzew pospolity	gat_2	0,24
ŚL	śliwa domowa	gat_2	0,01
ŚL.A	śliwa ałycza	gat_2	0,01
ŚW	świerk pospolity	gat_2	215,13
WB	wierzba biała	gat_2	11,06
WIK	wiklina (wba purpurowa)	gat_2	0,16
AK	robinia akacjowa	gat_3	7,50
BEZ.K	bez koralowy	gat_3	9,61
BRZ	brzoza brodawkowata	gat_3	194,51
BST	wiąz górski	gat_3	0,00
CIS	cis pospolity	gat_3	0,16
CIS.P	cis pośredni	gat_3	0,01
CZM.A	czeremcha amerykańska	gat_3	0,28
CZM.P	czeremcha późna	gat_3	18,95
DB	dąb	gat_3	188,08
DB.B	dąb bezszypułkowy	gat_3	1,33
DB.C	dąb czerwony	gat_3	15,85
DB.S	dąb szypułkowy	gat_3	2,35

Tabela V. cd.

Gatunek		Grupa gatunków podszytu	Powierzchnia
Symbol	Nazwa		
DER.B	dereń biały	gat_3	0,76
DER.Ś	dereń świdwa	gat_3	1,25
DG	daglezcja zielona	gat_3	0,21
GB	grab pospolity	gat_3	131,92
JKL	klon pospolity	gat_3	0,57
JRZ.B	jarzab brekinia	gat_3	0,01
JS	jesion wyniosły	gat_3	1,78
KSZ	kasztanowiec biały	gat_3	0,00
LIG	ligustr pospolity	gat_3	0,26
LIL	lilak pospolity	gat_3	0,01
MD	modrzew europejski	gat_3	0,38
MW	morwa biala	gat_3	0,03
OL	olsza czarna	gat_3	11,11
OL.S	olsza szara	gat_3	10,47
OL.Z	olsza zielona	gat_3	0,02
ORZ.C	orzec czarny	gat_3	0,02
OS	topola osika	gat_3	12,59
SO	sosna zwyczajna	gat_3	28,28
SO.B	sosna Banksa	gat_3	0,13
SO.C	sosna czarna	gat_3	0,12
SO.L	sosna limba	gat_3	0,07
SO.WE	sosna wejmutka	gat_3	0,31
SZK	szaklak pospolity	gat_3	0,09
ŚNG.B	śnieguliczka biala	gat_3	1,70
TP	topola	gat_3	0,17
TRZ	trzmielina pospolita	gat_3	0,19

TRZ.B	trzymielina brodawkowata	gat_3	0,33
WZ	wiąz	gat_3	0,41
Suma końcowa			1873,24

Wykaz akronimów

- ALP – Administracja Lasów Państwowych
- BDL – Bank Danych o Lasach
- BRT – analiza wzmocnionych drzew regresyjnych
- BULiGL – Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej
- DGLP – Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych
- EEA – European Environment Agency – Europejska Agencja Środowiska
- IOL – Instrukcja Ochrony Lasu
- IPBES – The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – Międzyrządowa Platforma Naukowo-Polityczna w sprawie Różnorodności Biologicznej i Funkcjonowania Ekosystemów
- IUCN – International Union for Conservation of Nature – Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody
- IUL – Instrukcja Urządzania Lasu
- SILP – System Informatyczny Lasów Państwowych
- TSL – typ siedliskowy lasu
- UE – Unia Europejska
- ZHL – Zasady Hodowli Lasu
- ZILP – Zakład Informatyki Lasów Państwowych

W ramach projektu „Pszczoły wracają do lasu” Centrum Informacyjne LP przygotowało pakiet edukacyjny. Materiały opracowane z myślą o edukatorach leśnych poświęcono czterem zagadnieniom: biologii owadów zapylających, ich roli w przyrodzie i gospodarce człowieka, zagrożeniom antropogenicznym, na jakie są narażone, oraz sposobom ochrony dzikich zapylaczy, jak i powszechnie użytkowanej przez pszczelarzy pszczoły miodnej.

W opracowaniu przedstawiono scenariusze zajęć dla dzieci, młodzieży i osób dorosłych, które mogą być pomocne w przygotowaniu i realizacji zajęć przez ośrodki edukacyjne Lasów Państwowych lub podczas imprez o charakterze edukacyjnym. Wiele nadleśnictw organizuje konkursy wiedzy o owadach zapylających i prowadzi kampanie na rzecz ich ochrony. Najcenniejszą formą zajęć edukacyjnych jest jednak spotkanie z leśnikiem-pszczelarzem, który podzieli się swoją wiedzą i pokaże uczestnikom zajęć, jak żyją pszczoły, oraz wyjaśni ich rolę w przyrodzie.

Zaproponowane rozwiązania metodyczne są autorskie, nawiązują jednak do istniejących już materiałów dydaktycznych dostępnych w Lasach Państwowych. Zawierają literaturę popularyzującą wiedzę na temat ekologii oraz roli pszczół i innych owadów zapylających. W pakiecie edukacyjnym wykorzystano nowoczesne metody, np. mapy myśli czy prezentacje multimedialne, które odpowiednio zmodyfikowane nadają się dla każdej grupy wiekowej słuchaczy. Zawarty w materiałach „Zielnik pszczelego pożytku” nie tylko poszerza wiedzę o roślinach miododajnych, czyli bazie pokarmowej owadów zapylających, ale również może przyczynić się do rozwijania zdolności artystycznych dzieci, młodzieży i osób dorosłych. Materiały zostały tak skonstruowane, by można z nich korzystać zarówno w sali, jak i w terenie.

Monografia jest efektem realizacji projektu „Pszczoły wracają do lasu” finansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych w Warszawie. Badania prowadzono pod merytoryczną opieką Zespołu Ekspertów, w skład którego wchodził pracownicy uczelni wyższych, instytutów naukowych, Biura Urządzenia Lasu oraz jednostek organizacyjnych LP.



Autorzy monografii:

mgr inż. Janusz Bańkowski, Biuro Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej, Oddział w Brzegu

dr hab. inż. Jan Bodziarczyk, prof. UR, Katedra Bioróżnorodności Leśnej, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

prof. dr hab. inż. Krystyna Czekońska, Katedra Zoologii i Dobrostanu Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

dr inż. Magdalena Frączek, Katedra Bioróżnorodności Leśnej, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

prof. dr hab. inż. Wojciech Grodzki, Instytut Badań nad Leśnictwem w Sękocinie Starym, Zakład Lasów Górskich w Krakowie

dr Sylwia Łopuch, Katedra Zoologii i Dobrostanu Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

prof. dr hab. Stanisław Miścicki, Katedra Urządzenia Lasu, Dendrometrii i Ekonomiki Leśnictwa SGGW w Warszawie

dr hab. Andrzej Oleksa, prof. UKW, Katedra Genetyki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

dr inż. Kazimierz Szabla, kierownik projektu rozwojowego Lasów Państwowych „Zdrowa żywność z polskich lasów – pszczoły wracają do lasu”

prof. dr hab. inż. Jerzy Szwagrzyk, Katedra Bioróżnorodności Leśnej, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

prof. dr hab. Adam Tofilski, Katedra Zoologii i Dobrostanu Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

„[...] Największą wartością opracowania jest idea, by Lasy Państwowe, poza swoimi podstawowymi obowiązkami, z których najważniejszym jest prowadzenie gospodarki leśnej, wzięły na siebie jeszcze jeden istotny obowiązek włączenia się do czynnej ochrony pszczół. I nie chodzi tu tylko o pszczołę miodną czy trzmielę, które tworzą skomplikowane układy społeczne, ale też o setki innych gatunków, których zdecydowana większość to pszczoły samotne. To, co łączy te gatunki, to pokarm ich potomstwa, jakim jest pyłek kwiatów. Zbierające go pszczoły w sposób zasadniczy wpływają na zwiększenie plonów m.in. tak ważnych dla nas roślin uprawnych. Co równie ważne, dzięki krzyżowemu zapylaniu to pszczoły bardziej niż inne grupy owadów przyczyniają się do utrzymania różnorodności gatunkowej roślin w większości ekosystemów lądowych, a przez to do globalnej bioróżnorodności, tak mocno ostatnio zagrożonej. Zaangażowanie się tak potężnej instytucji jak Lasy Państwowe w ochronę pszczół daje nadzieję, że ochrona tych owadów będzie skuteczna [...]”.

prof. dr hab. Michał Woyciechowski, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
(fragment recenzji)

„W sposób komunikatywny i na potrzeby praktyczne opisano rolę i możliwości ochrony, hodowli oraz zarządzania lasu w działaniach sprzyjających owadom zapylającym rośliny występujące w ekosystemach leśnych. [...] Dla tego typu długookresowych działań w lasach Skarbu Państwa, głównie w zarządzie Lasów Państwowych, jest to oryginalna, pionierska i bardzo pożyteczna pozycja wydawnicza, wnosząca również wiele ciekawych, stosunkowo mało znanych informacji i danych z zakresu biologii, ekologii i etologii owadów zapylających. W pełni zasługuje na wydanie w dużym nakładzie, tak aby była dostępna dla pracowników wszystkich jednostek Lasów Państwowych, parków narodowych, pracowników RDOŚ, przyrodników i przyjaciół lasu, a także edukatorów i popularyzatorów wiedzy przyrodniczo-leśnej”.

prof. dr hab. inż. Andrzej Grzywacz, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
(fragment recenzji)

ISBN 978-83-66602-05-2

