



**BIODIVERSITY
IN AGRICULTURE**
BIORÓŻNORODNOŚĆ W ROLNICTWIE

International Conference
BIODIVERSITY IN AGRICULTURE

Post-conference materials

Międzynarodowa Konferencja
**BIORÓŻNORODNOŚĆ
W ROLNICTWIE**

Materiały pokonferencyjne

Lublin, 12–13 October 2023

International Conference
BIODIVERSITY IN AGRICULTURE

Post-conference materials

Międzynarodowa Konferencja
**BIORÓŻNORODNOŚĆ
W ROLNICTWIE**

Materiały pokonferencyjne

Lublin, 12–13 October 2023



Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
Lublin 2023



Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa w ramach programu Doskonała Nauka, przyznanych przez Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Bioróżnorodność w rolnictwie”, nr projektu DNK/SP/550671/2022.

The project co-financed by the state budget as part of the „Doskonała Nauka” program awarded by the Minister of Education and Science entitled „Biodiversity in agriculture”, project no. DNK/SP/550671/2022.

Gathering of materials
Aneta Strachecka, Milena Jaremek

Graphics on the cover
Karolina Kwapisz

Editing
Agnieszka Brach

Typesetting
Małgorzata Grzesiak



This content is licensed under [CC BY-SA 4.0 Attribution-ShareAlike 4.0 International Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

ISBN 978-83-7259-423-5

ISBN 978-83-7259-421-1 on-line

<https://doi.org/10.24326/mk.2023.13>

Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
www.wydawnictwo.up.lublin.pl

PATRONAGE



PATRONAT HONOROWY



JM REKTOR UNIWERSYTETU
PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE
prof. dr hab. Krzysztof Kowalczyk

ORGANIZER

University of Life Sciences in Lublin, Poland

Department of Invertebrate Ecophysiology and Experimental Biology,
Faculty of Environmental Biology

Organizing Committee

Prof. dr hab. Aneta Strachecka – Head of the Committee

PhD Milena Jaremek – Vice-Head of the Committee

PhD Eng Patrycja Staniszevska

MSc Maciej Bryś, PhD student

Prof. dr hab. Jerzy Demetraki-Paleolog

MSc Magdalena Łukasik-Niezgoda – Rector's proxy for Disability Support (University of Life Sciences in Lublin, Poland)

PhD Marcin Grabowski

Scientific Committee

Prof. dr hab. Aneta Strachecka – University of Life Sciences in Lublin, Poland

Prof. dr hab. Jerzy Demetraki-Paleolog – University of Life Sciences in Lublin, Poland

PhD Milena Jaremek – University of Life Sciences in Lublin, Poland

PhD Eng Patrycja Staniszevska – University of Life Sciences in Lublin, Poland

MSc Maciej Bryś, PhD student – University of Life Sciences in Lublin, Poland

Dr hab. Krzysztof Olszewski, Associate prof. – University of Life Sciences in Lublin, Poland

PhD Piotr Dziechciarz – University of Life Sciences in Lublin, Poland

PhD Marcin Grabowski

Spis treści

Drivers and conservation of farmland biodiversity and its ecosystem services.....	5
Czynniki stymulujące i ochrona różnorodności biologicznej terenów rolniczych i jej usług ekosystemowych	
EVA KNOP	
The importance of biodiversity in agriculture	9
Znaczenie różnorodności biologicznej w rolnictwie	
BEN WOODCOCK	
The future of biodiversity and associated ecosystem services in agricultural landscapes in Europe.....	14
Przyszłość różnorodności biologicznej i powiązanych usług ekosystemowych w krajobrazach rolniczych w Europie	
KLAUS BIRKHOFFER	
Ground beetles (Carabidae, Coleoptera) in the agricultural landscape – a fading hope.....	19
Chrzęszcze biegaczowate (Carabidae, Coleoptera) w krajobrazie rolniczym – blaknąca nadzieja	
PAWEŁ SIENKIEWICZ	
Pollinators and pollination. Effects of climate change, pesticides and other drivers	21
Zapylacze i zapylenie. Skutki zmian klimatycznych, pestycydy i inne czynniki	
ANDERS NIELSEN	
The conservation of wild bees in modern agricultural landscapes.....	24
Ochrona dzikich pszczół we współczesnych krajobrazach rolniczych	
NICOLAS VEREECKEN, JOHANNES VISSER	

Drivers and conservation of farmland biodiversity and its ecosystem services

Czynniki stymulujące i ochrona różnorodności biologicznej terenów rolniczych i jej usług ekosystemowych

EVA KNOP

*Research Division Agroecology and Environment, Agroscope, Zürich, Switzerland;
Department of Evolutionary Biology and Environmental Studies, University of Zurich,
Zürich, Switzerland*

Abstrakt

W wyniku zmian w praktykach rolniczych w ciągu ostatnich dziesięcioleci różnorodność biologiczna pól uprawnych zmniejszyła się w wielu częściach świata. W rzeczywistości, ponieważ grunty rolne są siedliskiem wielu organizmów, zmiany te uważa się za główną przyczynę postępującej utraty różnorodności biologicznej na całym świecie. Rodzi to wiele obaw, z których jedną jest zmniejszona odporność systemu na choroby lub zmiany środowiskowe, takie jak zmiany klimatyczne. Ponadto, ze względu na pozytywny związek różnorodności biologicznej i funkcjonowania ekosystemu, prowadzi to do ograniczenia świadczenia ważnych usług ekosystemowych, takich jak zapylenie. Po krótkim przeglądzie obecnego stanu różnorodności biologicznej gruntów rolnych i usług ekosystemowych zostaną omówione główne czynniki biotyczne i abiotyczne, które napędzają zmiany różnorodności biologicznej gruntów rolnych i usług ekosystemowych. W ten sposób zostaną przedstawione różne skale przestrzenne, w których czynniki te wpływają na różnorodność tecznie przywrócić i chronić różnorodność biologiczną na terenach rolniczych, a także wskazano punkty naprawcze w najbliższej przyszłości.

Streszczenie prelekcji

Różnorodność szwajcarskich gruntów rolnych podzielona jest na pięć stref: strefa dolinowa (niziny), strefa pagórkowata (niziny), dolna strefa gór, górna strefa gór, letnie pastwiska.

Użytki rolne charakteryzują się małą liczebnością gatunków roślin na 1 km². Najwięcej gatunków roślin zaobserwowano w górnej strefie gór.

W skali globalnej intensywne rolnictwo zagraża różnorodności biologicznej pól uprawnych i związanym z nią usługom ekosystemowym. Jednym z głównych czynników są środki zewnętrzne/antropogeniczne, takie jak nawozy lub pestycydy, które są stosowane w celu zwiększenia plonów lub unikania ich strat, ale mają szkodliwy wpływ na różnorodność biologiczną. Wykazano na przykład spowodowany przez pestycydy spadek liczebności chrząszczy, pszczoł i ptaków niebędących przedmiotem zwalczania. Obszary, na których uprawy występują w przewadze, charakteryzują się wysokim zużyciem pesty-

cydów. Pola pszenicy ozimej stanowią ponad 25% terenów w Europie (na podstawie statystyk FAO za rok 2021). Dlatego też rozwój zrównoważonych alternatyw dla pestycydów na takich obszarach stanowi jedno z głównych obecnych wyzwań, które uwzględniono również w Europejskim Zielonym Ładzie w sprawie redukcji pestycydów (Komisja UE, 2019). Szczególnie trudne jest osiągnięcie tego bez zmniejszania ogólnej produkcji roślinnej i plonów, ponieważ popyt na produkty rolne stale rośnie. Rolnictwo ekologiczne, choć łagodzące wiele negatywnych skutków dla środowiska, zwykle wiąże się ze stratami w plonach, w związku z czym wymaga większej powierzchni gruntów dla tej samej wielkości produkcji, co pociąga za sobą negatywny wpływ na różnorodność biologiczną i dlatego może nie wystarczyć do rozwiązania wszystkich tych problemów. Natomiast intensyfikacja ekologiczna ma na celu zminimalizowanie niekorzystnego wpływu na środowisko i jednocześnie zaspokojenie rosnącego zapotrzebowania na produkty rolne. Zgodnie z koncepcją dąży się do zastąpienia lub uzupełnienia czynników zewnętrznych usługami zapewnianymi przez różnorodność biologiczną, takimi jak zastąpienie pestycydów naturalną regulacją szkodników za pośrednictwem naturalnych wrogów. Intensyfikacja ekologiczna ma na celu obniżenie kosztów środowiskowych produkcji rolnej – takich jak negatywny wpływ na różnorodność biologiczną – opierając się na założeniu, że określonymi składnikami różnorodności biologicznej można zarządzać i można wykorzystywać je w celu dalszego zwiększania produktywności (poprawa ekologiczna) lub zastępowania nakładów zewnętrznych bez negatywnego wpływu na produktywność (zastępowanie ekologiczne). Pomimo rosnącej liczby badań ukierunkowanych na intensyfikację ekologiczną jak dotąd dostępnych jest niewiele skutecznych i łatwych do zastosowania środków tej intensyfikacji, których korzyści dla różnorodności biologicznej i powiązanych usług ekosystemowych wykazano w terenie. Brakuje zwłaszcza dowodów na skuteczność środków intensyfikacji ekologicznej, które sprzyjają różnorodności biologicznej i powiązanym usługom naturalnego zwalczania szkodników w systemach produkcji pszenicy bez znaczących negatywnych kosztów agronomicznych lub ekonomicznych. Jedną z opcji zarządzania może być manipulowanie architekturą upraw, tj. specjalnie zaprojektowane wzorce siewu przy różnej gęstości plonów na polu, co skutkuje zwiększoną różnorodnością architektury upraw. Zgodnie z hipotezą heterogeniczności strukturalnej można spodziewać się oddolnego wpływu tak zwiększonego zróżnicowania architektury upraw na różnorodność wyższych poziomów troficznych, takich jak stawonogi, zapewniających ważne usługi ekosystemowe, np. zwalczanie szkodników lub drapieżnictwo nasion chwastów. Specyficzne gatunkowo preferencje siedliskowe takich pożytecznych stawonogów można lepiej spełnić na polach o większej niejednorodności strukturalnej i różnych warunkach mikroklimatycznych. W rezultacie skład cech funkcjonalnych gatunku (np. wielkość ciała) może zostać zmodyfikowany, co będzie miało pozytywne następstwa dla usług zwalczania szkodników, na przykład poprzez większe spożycie szkodników na mieszkańca przez większych wrogów naturalnych. Wiedza na temat wpływu architektury upraw na agroce-nozy stawonogów ogranicza się jednak do poznania odmiennych preferencji kilku gatunków w kilku uprawach. Istnieje zatem luka w badaniach stosowanych – sposób, w jaki większa heterogeniczność pola wpływa na różnorodność stawonogów i skład społeczności, a także konsekwencje takich zmienionych wskaźników składu społeczności, jak np. różnorodność, liczebność i rozkład wielkości ciała, dla zapewniania funkcji biologicznych i usług ekosystemowych. Wśród pożytecznych stawonogów za ważnych naturalnych wrogów szkodników uważa się biegaczowate, w tym drapieżniki larw chrząszczy zbożowych,

które należą do głównych szkodników zbóż w Europie, Azji i Ameryce Północnej. Ich larwy mogą powodować znaczne szkody w uprawach, czemu przeciwdziała się głównie za pomocą insektycydów, których użycie może w najbliższej przyszłości jeszcze wzrosnąć, ponieważ zmiany klimatyczne sprzyjają niedopasowaniu fenologicznemu między chrząszczami zbożowymi a ich parazytoidami. Ponadto wiadomo, że biegaczowate są ważnymi drapieżnikami nasion chwastów. Zatem takie zarządzanie uprawami może być obiecującym przykładem ekologicznego zastąpienia herbicydów.

Potencjalnym wyjaśnieniem wpływu zmanipulowanej architektury upraw na zbiorowiska biegaczowatych jest to, że są one spowodowane różnymi warunkami mikroklimatycznymi w obrębie upraw, na które z kolei wpływa różna gęstość upraw. Wiadomo, że na karabidy wpływają warunki temperaturowe i wilgotnościowe panujące na powierzchni gleby oraz zdolność do termoregulacji pod wpływem światła słonecznego. Podobne warunki abiotyczne występują w „gęsto obsianych rzędach” pól poddanych zabiegom. Porównuje się je z warunkami panującymi na „konwencjonalnie obsianych rzędach” pól kontrolnych. Ogólnie rzecz biorąc, w gęstych drzewostanach panuje chłodny i wilgotny mikroklimat oraz nie ma plam słonecznych poniżej korony drzew. „Nieobsiane rzędy” pola są znacznie cieplejsze, a światło słoneczne dociera do powierzchni gleby, co wskazuje na to, że pola z manipulowaną architekturą upraw charakteryzują się bardziej zmiennymi warunkami mikroklimatycznymi. Zatem te heterogeniczne warunki mogły spowodować zmiany w społeczności biegaczowatych, ponieważ wiadomo, że owady te mają specyficzne gatunkowo preferencje dotyczące warunków abiotycznych. W miarę postępujących zmian klimatycznych związanych z ekstremalnymi warunkami pogodowymi pola oferujące różne siedliska mikroklimatyczne mogą w przyszłości zyskać jeszcze bardziej na znaczeniu.

Dzikie zapylacze są niezbędne do rozmnażania większości kwitnących dzikich roślin i w istotny sposób przyczyniają się do zapylenia większości gatunków roślin uprawnych ważnych na całym świecie. Jednocześnie intensyfikacja produkcji rolnej i upraszczanie krajobrazów rolniczych uważa się za główną przyczynę spadku liczby zapylaczy. Prawdopodobną ważną przyczyną spadku populacji dzikich pszczół w wyniku fragmentacji krajobrazu rolniczego jest zmniejszona lokalna dostępność i łączność odpowiednich miejsc lęgowych oraz zasobów pokarmu roślinnego, co skutkuje dłuższymi podróżami w poszukiwaniu pożywienia. Wykazano, że dłuższe wyprawy w poszukiwaniu pożywienia wiążą się ze zmniejszoną efektywnością reprodukcyjną, a tym samym mniejszą liczbą potomstwa, na które wpływ mają także pasożyty i drapieżniki. Zatem wprowadzenie dodatków florystycznych, takich jak pasy dzikich kwiatów (WFS), powinno odwrócić tę kaskadę czynników zmniejszających reprodukcję dzikich pszczół i potencjalnie ich populację w uproszczonych agroekosystemach.

Badania zespołu dr Ewy Knop skupiają się na testowaniu zasad i mechanizmów kształtujących różnorodność biologiczną oraz zbiorowiska roślinno-zwierzęce (głównie roślinno-owadowe). Badaczka podejmuje te tematy w kontekście globalnych przemian, skupiając się na działalności człowieka, która powoduje zmiany w użytkowaniu gruntów (rolnictwo i urbanizacja).

Obiektami jej badań są rośliny i owady oraz ich bezpośrednie i pośrednie interakcje. Badania dr Evy Knop opierają się na zasadach ekologii fundamentalnej i łączą metody obejmujące analizę dużych zbiorów danych, eksperymenty krajobrazowe, ogrodowe lub mezokosmiczne oraz eksperymenty laboratoryjne. Zespół, którym kieruje badaczka, jest stowarzyszony z URPP Global Change and Biodiversity na Uniwersytecie w Zurychu i stanowi część Wydziału Agroekologii i Środowiska w Instytucie Badawczym Agroscope.

The importance of biodiversity in agriculture

Znaczenie różnorodności biologicznej w rolnictwie

BEN WOODCOCK

UK Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, Great Britain

Abstrakt

Rolnictwo w swej istocie musi wspierać produkcję żywności i utrzymywać dochodowe systemy rolnicze niezbędne ludziom do życia. Zwiększona mechanizacja, przekształcanie siedlisk półnaturalnych w grunty produkcyjne i powszechne stosowanie agrochemikaliów miały kluczowe znaczenie dla osiągnięcia tych celów, ale odbyło się to kosztem różnorodności biologicznej, która sto lat temu była powszechną cechą gruntów rolnych. Chociaż na szeroką skalę uznano, że spadek różnorodności biologicznej można przypisać wpływom rolnictwa, jednocześnie wzrosło zrozumienie, że część tej różnorodności biologicznej wspiera produkcję. Obejmuje to bezkręgowce, które poprawiają zapylenie, naturalną kontrolę szkodników i procesy biologiczne w glebie. W tym wykładzie omówione zostaną badania przeprowadzone w Wielkiej Brytanii w ciągu ostatnich 10 lat, mające na celu sprawdzenie, w jaki sposób rolnictwo może zostać zmodyfikowane w celu wspierania większego poziomu różnorodności biologicznej, maksymalizując te elementy fauny bezkręgowców, które zapewniają kluczowe usługi ekosystemowe przy jednoczesnym utrzymaniu produkcji, zasilając w ten sposób zrównoważone rolnictwo. Chociaż prawdopodobnie zawsze rolnictwo będzie miało szkodliwy wpływ na różnorodność biologiczną, w tym wykładzie zastanowimy się, gdzie i w jaki sposób można je zminimalizować, aby w ten sposób przynieść korzyści wielu zainteresowanym stronom, od rolników po ogół społeczeństwa.

Streszczenie prelekcji

Działalność człowieka wpływa na świat przyrody na niezliczone sposoby, a zmiany klimatu i użytkowania gruntów stanowią główne czynniki wywołujące kryzys różnorodności biologicznej. Ekspansja rolnicza jest najbardziej rozpowszechnioną formą zmiany użytkowania gruntów, przy czym ponad jedna trzecia powierzchni gruntów lądowych jest wykorzystywana pod uprawy lub hodowlę zwierząt. Rolnictwo jest również znaczącym źródłem zanieczyszczeń, szczególnie w wyniku stosowania pestycydów, co stanowi dodatkowy główny bezpośredni czynnik powodujący utratę różnorodności biologicznej. Ponad 40 000 gatunków wymienionych na Czerwonej Liście Gatunków Zagrożonych IUCN jest zagrożonych przez rolnictwo, a ono samo (jednoroczne i wieloletnie uprawy nie-drzewne) stanowi ryzyko dla ponad 80% tych gatunków. Utrata różnorodności biologicznej, zwłaszcza organizmów zapewniających kluczowe usługi ekosystemowe, takie jak zapylenie, zwalczanie szkodników i rozkład, może mieć znaczący wpływ na naszą zdolność do zrównoważonej produkcji żywności w celu wyżywienia rosnącej populacji ludzkiej. Bezkręgowce są szczególnie podatne na niektóre praktyki rolnicze, takie jak stosowanie

pestycydów i orka, a także na konsekwencje intensywnego rolnictwa w skali krajobrazu, jak np. upraszczanie krajobrazu oraz utrata dzikich roślin i siedlisk przyrodniczych. Zatem ilościowe określenie ryzyka, jakie rolnictwo stwarza dla różnorodności bezkręgowców, jest główną kwestią w biologii ochrony przyrody i ma kluczowe znaczenie dla ukierunkowania środków łagodzących w celu wspierania długoterminowej stabilności systemów rolniczych.

Od lat 40. XX wieku w zarządzaniu rolnictwem doszło do poważnych zmian napędzanych innowacjami technologicznymi i polityką rządu – zieloną rewolucją. Po drugiej wojnie światowej polityka rolna w Europie skupiła się na zwiększaniu produkcji kluczowych surowców, co spowodowało ekspansję obszaru gruntów ornych, zwłaszcza pod uprawy zbóż, takich jak pszenica i jęczmień. Osiągnięto to poprzez środki chemiczne, takie jak pestycydy i nawozy, selektywną hodowlę roślin uprawnych i mechanizację na dużą skalę, szczególnie w krajach bardziej rozwiniętych. Krajobraz rolniczy uległ znaczącym zmianom w latach 60., 70. i 80. XX wieku na skutek wzrostu wielkości i specjalizacji gospodarstw rolnych, a także utraty obiektów nieuprawnych, takich jak żywopłoty i rowy. Zwiększanie krótkoterminowej produktywności systemów rolniczych odbyło się kosztem ich długoterminowej odporności, ponieważ w tych „uproszczonych” krajobrazach występuje mniejsza różnorodność organizmów. Wiele gatunków wyginęło w tradycyjnych systemach rolniczych z powodu utraty siedlisk nieuprawnych (jak użytki zielone i granice pól), które zapewniają kluczowe zasoby, takie jak pożywienie, siedliska lęgowe i miejsca zimowania. Inne aspekty gospodarki roślinnej, typowe dla rolnictwa intensywnego, jak przejście z siewu zbóż z wiosennego na zimowy, intensywne stosowanie agrochemikaliów (szczególnie pestycydów) oraz metody uprawy (np. orka), również są powiązane ze zmniejszeniem różnorodności biologicznej użytków rolnych.

Od lat 90. XX wieku podejmowane są ciągłe próby łagodzenia skutków intensywnego rolnictwa, aby wspomóc wspieranie różnorodności biologicznej. W Europie duże zmiany w praktykach zarządzania nastąpiły od lat 90. XX wieku, zwłaszcza po reformie Wspólnej Polityki Rolnej z 1992 r., która nałożyła na państwa członkowskie obowiązek opracowania programów rolnośrodowiskowych. Programy te skutecznie zwiększyły heterogeniczność krajobrazu, co doprowadziło na przykład do zmniejszenia wskaźników usuwania żywopłotów w Wielkiej Brytanii (przy różnym poziomie powodzenia w przywracaniu różnorodności biologicznej). W tym samym okresie poprawiono regulacje i wykorzystanie środków agrochemicznych. Nowoczesne pestycydy są mniej trwałe i bardziej skuteczne, dzięki czemu zmniejsza się toksyczność dla organizmów niebędących przedmiotem zwalczania i wymagane są mniejsze ilości składnika aktywnego. Doprowadziło to do zmniejszenia masy stosowanej substancji czynnej w porównaniu z latami 90. Niestety stosowanie pestycydów pozostaje dalej poważnym problemem dla różnorodności biologicznej.

Biorąc pod uwagę te zmiany w polityce i praktykach w zakresie uprawy gruntów (ornych i ogrodniczych), można spodziewać się, że tendencje w zakresie różnorodności biologicznej w stosunkowo niedawnej przeszłości (począwszy od lat 90. XX w.) mogą oznaczać stosunkowo niewielki spadek, plateau lub nawet ożywienie w porównaniu z upadkami po drugiej wojnie światowej. Jednakże różnorodność biologiczna nie reaguje natychmiast na zmiany środowiskowe i mogą wystąpić opóźnienia. Może to skutkować obserwowanymi obecnie znaczącymi spadkami, które mogą być po prostu „długim wygięciem” wynikającym z mających miejsce w przeszłości dramatycznych zmian w naszych

krajobrazach. Niestety często brakuje danych dotyczących użytkowania gruntów i różnorodności biologicznej z okresu bezpośrednio po drugiej wojnie światowej, związanego z najbardziej intensywną fazą zmian w rolnictwie. Prawdopodobne jest to, że w okresie tym wyginęło wiele bardziej wrażliwych gatunków. Utrata historycznie „wrażliwych” gatunków, które kiedyś były kojarzone z rolnictwem, mogła skutecznie zmienić społeczności/zbiorowiska różnorodności biologicznej. Wiele gatunków obecnie związanych z gruntami rolnymi to gatunki o silnym charakterze ogólnym, zdolne do utrzymywania się co najmniej przez ostatnie lata. Istnieje pilna potrzeba zrozumienia sposobu, w jaki obecny zasięg rolnictwa wpływa na gatunki odgrywające rolę w zapewnianiu kluczowych usług ekosystemowych. Zasadniczym pytaniem jest to, czy tempo wzrostu gatunków w obrębie społeczności odpowiada intensywności rolnictwa, czy też jest obecnie względnie stabilne w przypadku szerokich kompleksów gatunkowych. Aby odpowiedzieć na te pytania, wykorzystano dane z zapisów biologicznych z lat 1990–2019 w celu przeprowadzenia oceny trendów dotyczących 1535 gatunków stawonogów w odpowiedzi na pokrycie pól uprawnych w Wielkiej Brytanii. Jako wskaźnik intensywności rolnictwa krajobraz podzielono na regiony o wysokim (powyżej 50%), niskim (0–50%) i zerowym (0%) pokryciu gruntami uprawnymi. Następnie porównano trendy gatunkowe w tych regionach dotyczące pszczół, bzygowatych, chrząszczy naziemnych, biedronek, pajaków i pluskwiaków. Biorąc pod uwagę stosunkowo stabilny zasięg pokrycia gruntów uprawnych w Wielkiej Brytanii w latach 1990–2019, jest mało prawdopodobne, aby różnice w trendach taksonów bezkręgowców były powiązane ze zmianą użytkowania gruntów, ale raczej dotyczą różnic w intensywności użytkowania gruntów i historycznych długów wymierania.

Owady to najbardziej wszechobecne i różnorodne zwierzęta na planecie, zapewniające wiele kluczowych usług ekosystemowych (np. zapylenie i rozkład), ale również wyrządzających szkody (np. niszczenie upraw i rozprzestrzenianie chorób). Chociaż spadki populacji wielu gatunków zostały już wcześniej udokumentowane, ostatnie publikacje pokazują drastyczne obniżanie całkowitej biomasy lub liczebności całych zbiorowisk owadów. Zespół doktora Woodcocka zebrał tyle ogólnodostępnych, długoterminowych (ponad 10 lat) standardowych badań monitorujących skupiska owadów i pajęczaków, ile tylko udało się znaleźć. Badacze wykorzystali zgromadzone dane do oceny zmian w całkowitej liczebności owadów i biomasy, a także rozkład geograficzny takich zmian. Ten zbiór danych obejmował 1676 ośrodków ze 166 badań w 41 krajach. Spośród nich 130 zbiorów danych podało jedynie zmiany w liczebności owadów w zbiorowisku, 13 zbiorów danych wskazało tylko biomasę wszystkich owadów w zbiorowisku, a 23 zbiory danych podały oba wskaźniki. Dane obejmowały lata 1925–2018, średni rok rozpoczęcia to 1986, a średni okres to 20 lat. Ponieważ badacze skupili się głównie na czasowym trendzie zmian w obrębie zespołów (tj. szeregach czasowych całkowitej biomasy lub liczebności), mogli połączyć dane z różnymi metodami pobierania próbek, skalami przestrzennymi i metrykami w jedną analizę.

Woodcock wykorzystał najnowsze osiągnięcia analityczne w celu skonstruowania hierarchicznych bayesowskich modeli wykrywania obciążenia dla 353 gatunków bzygowatych i pszczół w oparciu o 715 392 zapisy biologiczne zebrane przez brytyjski Hoverfly Recording Scheme (<http://www.hoverfly.org.uk>) oraz Towarzystwo Rejestrujące Pszczoły, Osy i Mrówki (<http://www.bwars.com>). Używał tych modeli do oszacowania trendów na poziomie gatunków w skali krajowej w Wielkiej Brytanii w latach 1980–2013.

Analiza danych dotyczących rejestrów biologicznych grup bezkręgowców świadczących usługi ekosystemowe o znaczeniu rolniczym (i szkody) w Wielkiej Brytanii dostarcza dowodów na ogólny spadek w latach 1990–2019. Wyniki uzyskane przez doktora Woodcocka są zgodne z innymi badaniami, które dostarczyły dowodów na spadek różnorodności i liczebności bezkręgowców lądowych i sugerują, że nie udało się zatrzymać, ani nawet spowolnić, utraty różnorodności biologicznej w Wielkiej Brytanii w skali kraju. W rzeczywistości w przypadku większości grup taksonomicznych uwzględnionych w badaniu wydaje się, że w ostatnich latach spadki uległy przyspieszeniu. To pogłębienie się spadków można potencjalnie przypisać szeregowi różnych czynników powiązanych z praktykami rolniczymi lub pozarolniczymi, takich jak zmiany w rodzajach i dotkliwość stosowania środków owadobójczych, zmiany siedlisk lub straty wokół pól uprawnych, zmiany klimatyczne i inne zdarzenia związane z pogodą, jak np. susze, a także potencjalne interakcje i synergie między czynnikami. Co więcej, reakcja owadów na te potencjalne czynniki może być opóźniona w różnym stopniu, co utrudnia przypisanie czynników. Ważne jest to, że różnice w tendencjach spadkowych pomiędzy różnymi klasami pokrycia gruntów uprawnych są niewielkie w porównaniu z różnicami pomiędzy badanymi taksonami. W dużej mierze odzwierciedla to unikalne cechy poszczególnych gatunków – powodujące duże zróżnicowanie wrażliwości na rolnictwo – takie jak aspekty eksploatacji zasobów lokalnych i na skalę krajobrazową, mobilność gatunków, specjalizacja siedlisk oraz cechy behawioralne i fizjologiczne. Należy podkreślić długoterminowe negatywne skutki rolnictwa jako zbiorczego czynnika napędzającego zmiany różnorodności biologicznej taksonów bezkręgowców. Co ważne, pozostaje to problemem nawet po zmianach w polityce i praktykach zarządzania, które miały miejsce w ciągu ostatnich 30 lat.

Poza tym ogólnym spadkiem liczebności bezkręgowców wykazano, że wspomniana utrata była największa na obszarach o większym pokryciu gruntami uprawnymi. W miarę zwiększania się powierzchni użytków rolnych na danym obszarze siedliska ostoi oraz uzupełniające i dodatkowe zasoby żywności stają się rzadkie i/lub są bardziej rozproszone w krajobrazie charakteryzującym się coraz bardziej nieprzepuszczalną matrycą siedlisk, zdominowaną przez intensywnie zarządzane pola uprawne. Może to zaostrzyć skutki praktyk intensywnej gospodarki rolnej, wpływając bezpośrednio lub pośrednio na bezkręgowce, w porównaniu z populacjami, które mają dostęp do wysokiej jakości siedlisk w odległości ich rozproszenia. Istnieje wiele dowodów na to, że stosowanie insektycydów i herbicydów jest silnym czynnikiem powodującym spadek liczebności bezkręgowców rolniczych. Jednak pestycydy najwyraźniej nie są jedynym winowajcą ze względu na złożoność siedlisk i krajobrazu, ale są także ważnymi czynnikami wpływającymi na bogactwo i liczebność bezkręgowców w systemach rolniczych. Ten wzór silniejszych spadków w obszarach o wysokim pokryciu gruntami uprawnymi jest widoczny w przypadku większości taksonów. Ogólnie rzecz biorąc, najsilniejsze dowody na negatywny wpływ rolnictwa dotyczyły pszczół i pajaków. Różnice w sposobie, w jaki gatunki w obrębie każdego taksonu korzystają z krajobrazu, mogą wyjaśniać część tej zmienności. Około 80% gatunków pszczół i pajaków jest zależnych od siedlisk półnaturalnych, ponieważ nie mogą znaleźć wszystkich potrzebnych zasobów na polach uprawnych. Inaczej jest, jeśli chodzi o inne taksony, na przykład bzygowe i biegaczowate, w których przypadku większy odsetek gatunków nie jest zależny od siedlisk półnaturalnych. Wiele gatunków biedronek

i niektórych bzygowatych to wyspecjalizowane drapieżniki mszycowe, które mogą wykorzystywać szeroko występujące kolonie mszyc na dzikich roślinach i nie są aktywnie traktowane pestycydami nawet w intensywnie zarządzanych krajobrazach.

Badania dra Bena Woodcocka koncentrują się na ograniczaniu wpływu nowoczesnego rolnictwa na szersze środowisko, pomagając zrozumieć sposób, w jaki możemy utrzymać produktywność rolnictwa, jednocześnie zmniejszając konsekwencje dla szerszej różnorodności biologicznej. Prace te skupiały się na sposobie korzystania przez rolników z usług ekosystemowych, takich jak zapylanie upraw (np. zapewniane przez pszczoły) i naturalne zwalczanie szkodników (np. zapewniane przez owady drapieżne, takie jak chrząszcze). Włączenie tych gatunków w zrównoważony sposób do systemów rolniczych ma kluczowe znaczenie dla długoterminowej rentowności brytyjskiego rolnictwa. Osiągnięcie tego jest jednak złożone i zależy częściowo od tworzenia półnaturalnych siedlisk w ramach programów rolnośrodowiskowych (w tym bogatych w kwiaty obrzeży pól i rekreacja na użytkach zielonych) oraz bardziej efektywne wykorzystanie pestycydów. Zespół doktora Woodcocka skupia się na poznaniu czynników powodujących utratę różnorodności biologicznej bezkręgowców w systemach rolniczych, a także szerzej w Wielkiej Brytanii i innych krajach. Ostatnie prace badaczy skupiały się na wpływie stosowania pestycydów na populacje zapylaczy. Doktor Ben Woodcock pracował przy projektach finansowanych przez Natural Environment Research Council (NERC), Department for Environment Food & Rural Affairs (DEFRA), Natural England i Health and Safety Executive, a także dla przemysłu, badając wpływ pestycydów neonikotynoidowych firm Syngenta i Bayer.

The future of biodiversity and associated ecosystem services in agricultural landscapes in Europe

Przyszłość różnorodności biologicznej i powiązanych usług ekosystemowych w krajobrazach rolniczych w Europie

KLAUS BIRKHOFFER

Department of Ecology, Brandenburg University of Technology, Cottbus – Senftenberg, Germany

Abstrakt

Różnorodność biologiczna w krajobrazach rolniczych przynosi korzyści ludziom, na przykład poprzez udział owadów i pająków w zwalczaniu szkodników upraw lub poprzez usprawniony obieg składników odżywczych przez organizmy glebowe na glebach ornych. Dlatego utrata gatunków zagraża bezpośrednio dobrostanowi człowieka poprzez negatywny wpływ na świadczenie powiązanych usług ekosystemowych. Zarówno użytkowanie gruntów, jak i zmiany klimatyczne przyczyniają się do niespotykanego w historii ludzkości tempa utraty różnorodności biologicznej. Związana z tym utrata usług ekosystemowych w krajobrazach rolniczych jest kompensowana głównie przez stosowanie agrochemikaliów, takich jak syntetyczne pestycydy lub nawozy NPK, przy czym obie praktyki dodatkowo przyspieszają utratę różnorodności biologicznej. Aby przerwać to błędne koło, badania agroekologiczne muszą przyczynić się do rozwoju alternatywnych, mniej szkodliwych praktyk, które umożliwią rolnikom bardziej zrównoważone gospodarowanie gruntami. W tym kontekście kluczowe znaczenie mają zarówno badania podstawowe mające na celu zrozumienie, w jaki sposób i jaka różnorodność biologiczna wiąże się ze świadczeniem usług ekosystemowych, jak i badania stosowane dotyczące potencjalnie korzystnych praktyk. Jeśli chodzi o zmianę klimatu, głównym celem w obliczu poważniejszych susz letnich w niektórych częściach Europy jest gospodarowanie glebami ornymi w celu poprawy ich zdolności zatrzymywania wody i jednoczesnej ochrony różnorodności biologicznej gleby, aby utrzymać jej funkcjonowanie. Stosowanie nawozów organicznych zamiast syntetycznych stwarza znaczne korzyści w odniesieniu do zawartości węgla organicznego w glebie, zdolności zatrzymywania wody i różnorodności biologicznej gleby, a także zwiększa odporność zbiorowisk glebowych na letnie susze. Jeśli chodzi o zmianę użytkowania gruntów, różnorodność biologiczna skorzysta na bardziej zróżnicowanych krajobrazach rolniczych z mieszanką różnych upraw i obszarów nierolniczych. Razem z siedliskami nierolniczymi, takimi jak ugory czy trawiaste obrzeża pól, mozaika różnych upraw w krajobrazie tworzy zrównoważone warunki do produkcji żywności i pasz, chroniąc jednocześnie różnorodność biologiczną. Trwająca konwencjonalna intensyfikacja produkcji rolnej w sposób „jak zwykle” jest niezrównoważona środowiskowo i będzie miała negatywny wpływ na zdrowie ludzkie. Obecny stan wiedzy pozwala nam już stworzyć bardziej zrównoważoną przyszłość produkcji rolnej, tworząc sytuację, w której wygrają obie strony, z korzyścią dla rolników, społeczeństwa i różnorodności biologicznej. W bada-

niach wskazano ponadto nowe możliwości tworzenia dodatkowych łańcuchów wartości dla rolników, przyczyniających się jednocześnie do ochrony różnorodności biologicznej, takich jak pasy rolno-leśne lub parki fotowoltaiczne przyjazne różnorodności biologicznej. Nadszedł czas, aby połączyć siły w celu wdrożenia zrównoważonych ekonomicznie i środowiskowo systemów rolniczych w skali regionalnej, krajowej i europejskiej w celu powstrzymania dramatycznej utraty różnorodności biologicznej.

Streszczenie prelekcji

W ostatnich latach coraz większą uwagę opinii publicznej przyciąga wymieranie owadów, jego przyczyny i konsekwencje. Doniesienia medialne wzbudziły zainteresowanie ogółu społeczeństwa i do niedawna w dużej mierze nie zdawaliśmy sobie sprawy z tego, że owady mogą być tak bardzo zagrożone, a ich utrata będzie miała konsekwencje dla naszego dobrego samopoczucia. Szacuje się, że owady mogą liczyć 5,5 mln gatunków, z czego tylko jedna piąta ma nazwę. Liczba zagrożonych i wymarłych gatunków owadów jest niedoszacowana, ponieważ wiele gatunków jest rzadkich lub nieopisanych. Na przykład Czerwona Lista IUCN (wersja 2019-2) zawiera jedynie ok. 8400 gatunków z miliona opisanych, co stanowi prawdopodobnie 0,2% wszystkich istniejących gatunków (IUCN, 2019). Prawdopodobne jest jednak to, że wymieranie owadów od epoki przemysłowej wyniosło około 5–10%, tj. 250 000–500 000 gatunków. W sumie w nadchodzących dziesięcioleciach co najmniej milion gatunków będzie zagrożony wyginięciem, z czego połowa to owady (IPBES, 2019). Nie tylko ich ogromna liczba, ale także zależność od nich ekosystemów i ludzkości sprawia, że ochrona różnorodności owadów ma kluczowe znaczenie dla przyszłych pokoleń. Głównym wyzwaniem obecnie i w nadchodzących latach jest utrzymanie i wzmacnianie korzystnego wkładu natury w życie wszystkich ludzi. Owady są niezastąpionym elementem w tym wyzwaniu, podobnie jak inne bezkręgowce i ogólnie różnorodność biologiczna.

Oświadczenie pt. „Ostrzeżenie światowych naukowców dla ludzkości”, wydane przez Union of Concerned Scientists (1992) i ponownie wydane 25 lat później przez Alliance of World Scientists (Sojusz Światowych Naukowców), podpisało ponad 15 000 naukowców. W piśmie stwierdzono, że ludzie „niszczą ziemskie ekosystemy poza ich możliwości podtrzymywania sieci życia”. Grupa badawcza prof. Klause Birkhofera zajmująca się ochroną przyrody, głęboko zaniepokojona spadkiem populacji owadów na całym świecie, podjęła próbę systematyzacji czynników powodujących wymieranie owadów, konsekwencji działania tych czynników oraz negatywnego wpływu wspomnianego wymierania na ludzkość.

Działalność człowieka jest odpowiedzialna za prawie wszystkie obecne spadki i wymieranie populacji owadów. Aby jednak podjąć działania, musimy najpierw zidentyfikować i określić ilościowo różne sposoby, w jakie na nie reagujemy, uznając, że wiele wciąż pozostaje do zrozumienia i że najczęściej kilka czynników synergistycznie przyczynia się do upadku lub wyginięcia.

Utrata, degradacja i fragmentacja siedlisk to prawdopodobnie najpoważniejsze zagrożenia dla różnorodności biologicznej. W skali globalnej 50% endemicznych gatunków roślin i kręgowców występuje wyłącznie w około 36 docelowych punktach różnorodności biologicznej obejmujących zaledwie 2,5% powierzchni Ziemi i prawdopodobnie w tych

punktach występuje podobny odsetek endemicznych gatunków owadów. Najnowsze modelowanie sugeruje, że presja rolno-ekonomiczna na grunty zmniejszy obecnie bardzo ograniczoną naturalną, nienaruszoną roślinność o kolejne 50% do 2050 r., głównie w jednej trzeciej najgorętszych punktów na świecie. Procesy związane z wylesianiem, ekspansją rolnictwa i urbanizacją są bezpośrednimi czynnikami utraty naturalnych lub półnaturalnych siedlisk owadów oraz ich skupisk na całym świecie. Górnictwo ma szczególne znaczenie w przypadku gatunków podziemnych, które są często ograniczone przestrzenią. Siedliska słodkowodne dodatkowo cierpią z powodu regulacji przepływu rzek i piętrzenia. Zwiększone zamulenie rzek i strumieni ze sptyków rolniczych, a także regulacja przepływu degradują siedliska typowych larw owadów żyjących w strumieniach. Dochodzi również do znacznej utraty ekosystemów stawów, głównie na skutek odwadniania gruntów rolnych i rozwoju miast. Utracie siedlisk często towarzyszy ich fragmentacja. Jednak w zależności od mobilności gatunków owadów i stopnia fragmentacji siedlisk ich względne znaczenie jest zmienne. Owady o niskiej mobilności mogą przetrwać w izolowanych populacjach (np. wiele nietlotnych Orthoptera). Natomiast wiele gatunków o większej mobilności – jak motyle – tworzy zwykle metapopulacje. Zależą one od sieci konkretnych płatów siedlisk o odpowiedniej wielkości i znajdujących się w bliskości przestrzennej. W mniej fragmentarycznych krajobrazach – nawet wśród gatunków metapopulacyjnych – łączność siedlisk odgrywa jednak zazwyczaj niewielką rolę w zajęciu płatów. W tym przypadku jakość siedliska jest głównym czynnikiem wpływającym na występowanie gatunków owadów. W czasach globalnego ocieplenia łączność siedlisk staje się coraz ważniejsza dla przetrwania wszystkich owadów. Dzieje się tak dlatego, że zmiany zasięgu owadów w odpowiedzi na zmianę klimatu są często ograniczone przez niewystarczającą łączność siedlisk we fragmentarycznych krajobrazach, w związku z czym nie nadążają za wzrostem temperatury nawet w przypadku gatunków mobilnych.

Pestycydy są głównymi czynnikami powodującymi spadek liczby owadów ze względu na ich intensywne stosowanie, a także niewłaściwe przepisy dotyczące oceny ryzyka. Wpływają na populacje owadów poprzez bezpośrednią toksyczność i skutki subletalne (głównie insektycydy) oraz pośrednio poprzez zmianę siedlisk (głównie herbicydy). Bioakumulacja wynikająca z przewlekłego narażenia i biomagnifikacji w łańcuchach pokarmowych stwarza dla populacji owadów znaczące dodatkowe zagrożenia, które mogą mieć niewykryty szkodliwy wpływ na fizjologię i zachowanie owadów. Wiele nawozów (w tym organicznych i mineralnych) szeroko stosowanych w rolnictwie może oddziaływać na populacje owadów pośrednio, poprzez wpływ na skład lub jakość zasobów roślinnych, na strukturalne właściwości siedlisk lub powodując zakwaszenie gleby, a także poprzez eutrofizację. Skutki stosowania dużych ilości nawozów mogą być pozytywne w przypadku kilku owadów roślinożernych w agroekosystemach (np. mszyce), ale mają negatywny wpływ na większość owadów. Również stosowanie substancji przeciwwrobaczych (np. iwermektyny) w systemach hodowlanych wpływa negatywnie na liczebność i bogactwo owadów związanych z rozkładem odchodów. Zanieczyszczenia przemysłowe (w tym zanieczyszczenie powietrza, chemikalia z fabryk lub kopalni oraz metale ciężkie) również powodują spadek populacji owadów. Podobnie jak w przypadku pestycydów subletalny negatywny wpływ na osobniki i biomagnifikacja w łańcuchach pokarmowych stanowią dalsze zagrożenie dla populacji owadów. Kilka ważnych gospodarczo gatunków owadów (takich jak zapylacze lub naturalni wrogowie szkodników) może być zagrożonych w wyniku przewlekłego narażenia na zanieczyszczenia (np. metale ciężkie), ale

skutki dla całej społeczności często nie są dobrze poznane. Bezkręgowce słodkowodne (w tym kilka taksonów owadów) są również dotknięte zanieczyszczeniami, przy czym ponad 41% gatunków znajdujących się na Czerwonej Liście IUCN jest zagrożonych. Zrzuty przemysłowe, ścieki oraz ścieki z obszarów rolniczych i miejskich, a także zwiększone odkładanie się osadów, pogarszają jakość siedlisk słodkowodnych. Zanieczyszczenie światłem i hałasem staje się coraz bardziej wszechobecne na całym świecie, a lepsze zrozumienie tych nowych skutków ma kluczowe znaczenie. Owady nocne są szczególnie podatne na zmiany w cyklach naturalnego światła i ciemności. Zanieczyszczenie światłem zakłóca działanie owadów wykorzystujących światło naturalne (księżycy lub gwiazd) jako wskazówek orientacyjnych w nawigacji oraz komunikację owadów wykorzystujących sygnały bioluminescencyjne, np. świetlików. Desynchronizuje czynności wyzwalane przez naturalne cykle światła, takie jak karmienie i składanie jaj, powoduje czasowe niedopasowania we wzajemnych interakcjach. Zanieczyszczenie hałasem w znacznym stopniu zmienia krajobraz akustyczny i zakłóca komunikację akustyczną owadów oraz ich nadzór słuchowy nad środowiskiem, co wiąże się ze znacznymi kosztami sprawności. Wreszcie wpływ zanieczyszczenia elektromagnetycznego na owady i inne formy życia, w tym ludzi, jest nadal bardzo słabo poznany i powinien być podjęty w dalszych badaniach.

Inwazyjne gatunki obce (ang. invasive species, IAS) to gatunki wprowadzone antropogenicznie do lokalizacji poza ich naturalnym zasięgiem geograficznym, powodujące negatywne skutki środowiskowe, ekologiczne lub społeczno-ekonomiczne. Oddziaływania mogą być bezpośrednie (np. poprzez drapieżnictwo, konkurencję lub wektorowanie chorób) i/lub pośrednie (np. poprzez kaskady troficzne, współwymieranie roślinożerców lub żywicieli parazytoidów). Wprowadzanie gatunków może ostatecznie prowadzić do lokalnej utraty rodzimych owadów, przy czym najbardziej narażone są te wykazujące wąskie rozmieszczenie geograficzne lub specjalistyczne nawyki żywieniowe. Bezpośrednia konkurencja gatunków obcych może doprowadzić lokalne populacje do wyginięcia. Stopień ekologicznego pokrywania się z inwazyjną biedronką *Harmonia axyridis* był głównym czynnikiem prognostycznym lokalnego wymierania endemicznej fauny biedronki w Wielkiej Brytanii. Inwazyjne mrówki (np. mrówka argentyńska – *Linepithema humile*) są prawdopodobnie najlepszym przykładem inwazyjnych gatunków obcych, które rzucają wyzwanie rodzimej faunie owadów. Ze względu na dużą liczebność i powszechne zachowania drapieżne wiele inwazyjnych gatunków mrówek stanowi główne zagrożenie dla rodzimych owadów. Wysoka biomasa i gęsta struktura roślin inwazyjnych często mają duży wpływ na zbiorowiska owadów. Monotypowy charakter roślin inwazyjnych zmniejsza ilość i/lub jakość pożywienia i prowadzi do zmniejszenia podstawowych zasobów dla wielu owadów. Dodatkowo rośliny inwazyjne mogą zmieniać skład matrycy, niekorzystnie wpływając na relacje owad żywiciel–parazytoid. Rośliny inwazyjne mogą również stanowić pułapki ekoevolucyjne dla rodzimych owadów. Gdy „najeźdźca” wyprzedzi rodzimych żywicieli i wyprze ich, może działać jako żywiciel, co skutkuje słabym rozwojem larw lub zwiększoną śmiertelnością larw, a to prowadzi do spadku populacji owadów.

Inwazyjne patogeny mogą również być przyczyną wymierania rodzimych owadów. Uważa się, że europejskie szczepy patogenu grzybowego *Nosema bombi* spowodowały powszechne wymieranie trzmieli w Ameryce Północnej. Ponadto wprowadzony trzmiel *Bombus terrestris* L. spowodował zniknięcie trzmiela patagońskiego *B. dahlbomii* na większości jego rodzimego zasięgu z powodu albo bezpośredniej konkurencji, albo wprowadzenia patogenów, na które rodzime gatunki nie mają możliwości obrony.

Zmiana klimatu stwarza zagrożenie dla owadów i ekosystemów, od których są one zależne – zarówno lądowych, słodkowodnych, jak i podziemnych. Złożoność globalnych zmian klimatycznych wykracza daleko poza zwykły globalny wzrost temperatury. Prowadzi to również do różnorodnych, wieloaspektowych reakcji ekologicznych na zmiany środowiskowe, w tym do zmian w zasięgu rozmieszczenia gatunków, przemieszczeń fenologicznych, nowych interakcji pomiędzy wcześniej izolowanymi gatunkami, wymieranie i inne nieprzewidywalne efekty kaskadowe na różnych poziomach organizacji ekosystemu. Zmiany w fenologii gatunków, rozmieszczeniu, zmniejszeniu rozmiaru ciała, strukturze zespołów i desynchronizacji interakcji specyficznych dla gatunku są powiązane ze zmianą klimatu. Na przykład niektóre brytyjskie motyle pojawiają się wcześniej niż zazwyczaj je rejestrowano, a w niektórych przypadkach – zanim zakwitną ich rośliny nektarowe. Ponadto zmiany w różnorodności grup żywienia funkcjonalnego można powiązać ze zmianami w interakcjach troficznych w sieciach pokarmowych.

Głównym nurtem badań prof. Klause Birhofera są związki między zaburzeniami antropogenicznymi (użytkowanie gruntów i zmiany klimatyczne), ochroną różnorodności biologicznej (taksonomiczną, filogenetyczną i funkcjonalną) a procesami (funkcjami i usługami), tj. sieciami powiązań, w społecznościach zwierząt, ze szczególnym uwzględnieniem składu populacji, interakcji drapieżnik–ofiara, wzorców przestrzennych i krajobrazu w ekosystemach lądowych na całym świecie.

Ground beetles (Carabidae, Coleoptera) in the agricultural landscape – a fading hope

Chrząszcze biegaczowate (Carabidae, Coleoptera)
w krajobrazie rolniczym – blaknąca nadzieja

PAWEŁ SIENKIEWICZ

*Department of Entomology and Landscape Protection, Poznań University of Life Sciences,
Poznań, Poland*

Abstrakt

Chrząszcze naziemne są jedną z najliczniejszych grup chrząszczy występujących na polach uprawnych oraz w ich pobliżu. Owady te są uważane za pożyteczne, pomagające regulować liczebność bezkręgowców zaliczanych do innych szkodników upraw. To jednak nie wszystkie funkcje, jakie pełnią, gdyż niektóre z nich jednocześnie żywią się pokarmem roślinnym. Niektóre są nawet fitofagiczne. Dlatego zakres usług ekosystemowych świadczonych przez tę grupę owadów może być szerszy niż tradycyjnie opisywany w podręcznikach agroekologii, chociaż kilka gatunków może być szkodnikami. Krajobraz rolniczy uległ uproszczeniu i charakteryzuje się wysokim poziomem chemizacji. To, w połączeniu z metodami agrotechnicznymi, powoduje spadek liczebności gatunków biegaczowatych żyjących w krajobrazach intensywnie gospodarowanych. Warto zatem rozważyć metody ochrony różnorodności biologicznej krajobrazów rolniczych w oparciu o istniejącą wiedzę i merytorycznie wzmocnić działania ochronne. Chrząszcze ziemne mogłyby być również grupą owadów umożliwiającą monitorowanie programów wspierania różnorodności biologiczną, podobnie jak w przypadku innych ekosystemów lądowych. Wymaga to jednak dalszych badań naukowych, szczególnie na styku różnorodności biologicznej, i szacowania wynikających z niej wartości usług ekosystemowych.

Streszczenie prelekcji

Proces kształtowania współczesnej fauny Polski, rozpoczęty około 20 000 lat przed naszą erą, najintensywniej nastąpił w holocenie. Oddziaływanie człowieka na przyrodę rozpoczęło się w Europie w neolicie. Znaczące, a czasami wręcz niszczycielskie, działanie człowieka na przyrodę obserwuje się szczególnie od XIX wieku. Było to związane ze wzrostem zaludnienia i rozwoju społeczno-gospodarczego. Człowiek zaczął potrzebować coraz większej przestrzeni do produkcji żywności, na osadnictwo, rozwój technologiczny itp., czego efektami były emisja zanieczyszczeń, zwiększenie ilości odpadów, ksenobiotyków, zapotrzebowanie na energię realizowane poprzez eksploatację paliw kopalnych i wycinkę lasów. Konsekwencją tych działań jest fragmentacja siedlisk i utrata bioróżnorodności.

Bioróżnorodność to różnorodność biologiczna. Termin ten oznacza różnorodność form życia występujących na Ziemi. Zagadnienie to jest analizowane na wszystkich poziomach organizacji przyrody. Możliwa jest analiza różnorodności genetycznej, gatunkowej i ekosystemowej. Różnorodność genetyczna związana jest z występowaniem w populacji wielu alleli tego samego genu, różnorodność gatunkowa dotyczy liczby gatunków żyjących w określonym ekosystemie, a różnorodność ekosystemowa związana jest z różnorodnością naturalnych siedlisk i ekosystemów.

Ziemska bioróżnorodność ulega ciągłym zmianom – wielokrotnie zmieniała się liczebność gatunków oraz zasoby ekosystemów w wyniku przemian klimatu czy też naturalnych katastrof. W dzisiejszych czasach zagrożenie bioróżnorodności na Ziemi jest ogromne i wynika z destrukcyjnej działalności człowieka.

Ochrona siedlisk jest kluczowym działaniem zmierzającym do ochrony heterogenności krajobrazu. Ważne jest utrzymanie w czasie i przestrzeni trwałych populacji gatunków, interakcji między nimi oraz możliwości przemieszczania się. Utrzymanie mozaiki krajobrazowej w przestrzeni zajętej przez agrocenozy staje się kluczowym zadaniem polityki rolnej. Biegaczowate są jedną z ważniejszych rodzin chrząszczy wykorzystywanych jako bioindykatory. Carabidae mogą rozwijać się jedynie w miejscach o nienaruszonym środowisku glebowym, gdzie znajdują się miejsca do przezimowania oraz alternatywne źródła pożywienia. Biegaczowate należą do owadów z rzędu chrząszczy (Coleoptera) obejmującego ponad 30 000 gatunków, z czego w Polsce występuje ponad 500. Wielkość ich ciała waha się od kilku milimetrów do 10 cm. Gatunki krajowe osiągają od 1,8 do 40 mm. Wygląd osobników z rodziny Carabidae jest bardzo charakterystyczny: ciało mają lekko wydłużone, głowa jest mała, znacznie węższa od przedplecza. Pokrywy ciała mogą posiadać liczne guzki, rowki lub być gładkie. Przybierają przeróżne kolory – od metalicznie zielonych przez złote po czarne. Mają szczeciniaste lub nitkowate czułki złożone z 11 członów, nogi smukłe i bieżne, silne żuwaczki. Larwy mają 3 pary odnóży i silne szczęki.

Ważnym elementem krajobrazu rolniczego, w którym bytują Carabidae, jest ich powierzchnia i połączony system korytarzy ekologicznych, sprzyjający rozprzestrzenianiu się biegaczowatych. W przeciwnym razie stopniowo będzie tracona różnorodność biologiczna kolejnych unikatowych siedlisk.

Badania prof. Pawła Sienkiewicza koncentrują się na chrząszczach, a zwłaszcza na biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae). Skupia się on na faunistyce i biogeografii Carabidae, ich ekologii, różnorodności biologicznej i ochronie, wykorzystaniu Carabidae w bioindykacji oraz na pasożytach wewnętrznych Carabidae ze szczególnym uwzględnieniem gregaryn (Eugregarinida). Obiektem zainteresowań profesora są także inne grupy chrząszczy, szczególnie saproksyliczne. W obrębie zainteresowań badawczych prof. Sienkiewicza znajduje się również rodzina Rhysodidae, która niegdyś była włączana do biegaczowatych, a jej jedyny przedstawiciel w Polsce – *Rhysodes sulcatus* – objęty jest programem Natura 2000.

Pollinators and pollination. Effects of climate change, pesticides and other drivers

Zapylacze i zapylenie. Skutki zmian klimatycznych, pestycydy i inne czynniki

ANDERS NIELSEN

Department of Landscape and Biodiversity, Norwegian Institute for Bioeconomy Research (NIBIO), Ås, Norway

Abstrakt

Zapylacze i świadczone przez nie usługi ekosystemowe są zagrożone ze strony kilku czynników antropogenicznych, w tym zmiany użytkowania gruntów, zmiany klimatu, pestycydów oraz inwazyjnych gatunków obcych. Za główną siłę napędową uważa się użytkowanie gruntów, które ma miejsce na całym świecie. Urbanizacja i intensyfikacja rolnictwa, ale także porzucanie marginalnych gruntów rolnych wpływają na ekosystemy i zawartą w nich różnorodność biologiczną. Zmiana klimatu zmienia fenologię i rozmieszczenie gatunków, potencjalnie wpływając na ich interakcje. Wzajemne relacje między roślinami i ich zapylaczami są szczególnie podatne na zmiany we wzorach interakcji, ponieważ negatywne skutki dla jednego partnera mutualistycznego ostatecznie wpływają również na drugiego. Insektycydy służą do zabijania owadów w gospodarstwach rolnych. W ciągu ostatnich dziesięcioleci zwrócono uwagę na ich wpływ na organizmy niebędące przedmiotem zwalczania. Pestycydy mogą zabijać dzikie pszczoły i inne zapylacze, ale bardziej prawdopodobne jest to, że wywołują subtelne i subletalne skutki, ograniczając przeżycie i reprodukcję. Gatunki inwazyjne mogą bezpośrednio konkurować z gatunkami rodzimymi o przestrzeń lub wspólne zasoby (np. żywność), ale mogą również przynosić ze sobą nowe patogeny i pasożyty, które mogą przedostać się do rodzimej fauny zapylaczy. W tym wykładzie zostaną przedstawione badania przeprowadzone w Norwegii i poza nią, a także sposób wpływania różnych czynników na zapylacze i zapylenie, osobno i wspólnie.

Streszczenie prelekcji

Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO) to jeden z największych instytutów badawczych w Norwegii, zatrudniający około 750 pracowników, którzy przyczyniają się do bezpieczeństwa i ochrony żywności, zrównoważonego zarządzania zasobami, innowacji i tworzenia wartości poprzez badania i kształtowanie wiedzy.

Krajobraz kulturowy (ang. cultural landscape) to termin używany w geografii, ekologii i badaniach nad dziedzictwem, aby opisać symbiozę działalności człowieka i środowiska. Zgodnie z definicją Komitetu Światowego Dziedzictwa są to „dobra kulturowe, które reprezentują połączone dzieła natury i człowieka” i można je podzielić na trzy główne kategorie:

- krajobraz zaprojektowany i stworzony celowo przez człowieka,
- krajobraz powstały organicznie, który może być krajobrazem reliktowym (lub kopalnym) bądź krajobrazem ciągłym,
- skojarzeniowy krajobraz kulturowy, który może być ceniony ze względu na religijne, artystyczne lub kulturalne powiązania z elementem naturalnym.

Ochrona różnorodności biologicznej jako taka jest rolnictwem obszarochłonnym i nie można ignorować jej negatywnych skutków. Ekstensywne rolnictwo charakteryzuje się wyjątkową różnorodnością biologiczną. Usługi ekosystemów dla rolnictwa to zapylenie, zwalczanie szkodników, zabiegi w glebie (poprzez dżdżownice, nicianie, grzyby, bakterie, pierwotniaki, owady). Zapylnicze odgrywają ważną rolę funkcjonalną w większości ekosystemów lądowych i reprezentują kluczową usługę ekosystemową, która jest niezbędna do utrzymania zarówno zbiorowisk dzikich roślin, jak i produktywności rolnictwa. Owady, zwłaszcza pszczoły, są głównymi zapylnicami większości upraw rolnych i dzikich roślin. Usługi zapylenia zależą od populacji zapylnicy udomowionych i dzikich.

Według licznych doniesień liczba gatunków zapylniczych, w szczególności owadów zapylniczych, zmniejsza się, a za główne czynniki uważa się zmiany w pokryciu terenu, intensywności użytkowania gruntów i klimacie. Odnotowano spadek liczebności dzikich pszczół, pszczół miodnych, bzygowatych, motyli i ciem, os odwiedzających kwiaty. Nawet w obrębie dobrze zbadanych grup i regionów taksonomicznych wielkość i kierunek zmian mogą się różnić w zależności od podejścia metodologicznego, skali przestrzennej i miernika zmiany różnorodności biologicznej. Biorąc pod uwagę wartość zapylenia zwierząt dla gospodarki światowej, szacowaną na 235–577 mld dolarów amerykańskich rocznie, konieczne są kolejne badania uwzględniające wiele wskaźników różnorodności biologicznej w szerszym spektrum taksonów i obszarów geograficznych. Zależność światowej produkcji roślinnej od zapylnicy sprawia, że badania nad różnorodnością biologiczną zapylnicy są bardzo istotne dla decydentów. Ponad 75% upraw spożywczych o znaczeniu globalnym, w tym owoców, warzyw, kawy, kakao i migdałów, przynajmniej częściowo zależą od zapylenia przez zwierzęta. Trzy niedawne inicjatywy polityczne pokazują, że społeczność międzynarodowa uznała zmianę różnorodności biologicznej zapylnicy za poważny problem, którym należy się zająć. Do tych działań należą: 1) inicjatywa UE na rzecz zapylnicy, w której poruszono zagadnienia ze zmniejszeniem liczebności owadów i przyczyn tego zjawiska oraz podjęcia działań mających na celu wyeliminowanie negatywnych czynników; ponadto zwrócono uwagę na podnoszenie świadomości społeczeństwa na temat znaczenia zapylnicy; 2) plan działania Międzynarodowej Inicjatywy na Rzecz Zapylnicy – ma na celu koordynację globalnych działań na rzecz ochrony zapylnicy; 3) projekt ram Konwencji o różnorodności biologicznej na okres po roku 2020, opisujący potrzebę zrównoważonego wykorzystania różnorodności biologicznej w celu wspierania produktywności ekosystemów. Ponad 50% (ok. 67 mln km²) powierzchni Ziemi jest obecnie użytkowanych przez ludzi. Obszar ten obejmuje ok. 44% terenów rolniczych i leśniczych oraz ok. 7% infrastruktury, w tym obszary miejskie. Zarówno w przypadku naturalnego, jak i zaburzonego sposobu użytkowania gruntów intensywność użytkowania przez człowieka znacznie się różni. Mówiąc ogólnie, rolnictwo o wysokiej intensywności obejmuje nakłady wykorzystywane w zarządzaniu gruntami i odnosi się do zestawu praktyk technologicznych opracowanych – choć nie zawsze z sukcesem – w celu zwiększenia plonów. Zabiegi na gruntach często polegają na stosowaniu środków chemicznych, takich jak pestycydy, środki grzybobójcze, herbicydy i nawozy, a także na zarządzaniu mechanicznym (uprawa roli). Takie intensywne praktyki rolnicze są powszechne w większości współczesnego świata.

Antropogeniczne użytkowanie gruntów oraz intensywność ich użytkowania są wzajemnie powiązаныmi czynnikami wpływającymi na zmianę różnorodności biologicznej zapylaczy. Wiele badań dotyczących wpływu użytkowania gruntów na różnorodność biologiczną zapylaczy wykazało znaczenie składu siedlisk na poziomie krajobrazu, w tym często odległości od siedliska naturalnego i odległości od gruntów zarządzanych lub fragmentacji siedlisk i zagęszczenia brzegów. Skutki intensywności użytkowania gruntów zazwyczaj charakteryzują zastosowania środków chemicznych. Pestycydy, takie jak neonicotynoidy, znalazły się w centrum badań ze względu na swój związek ze spadkiem populacji pszczół, zdrowiem pszczół miodnych i zachowaniem trzmieli. Badaniom poddano także inne środki chemiczne, takie jak środki grzybobójcze i herbicydy, które zwykle mają pośredni wpływ na różnorodność biologiczną zapylaczy poprzez zwiększenie toksyczności pestycydów i zmniejszenie różnorodności kwiatów. Podobne efekty pośrednie wykazano także w przypadku stosowania nawozów. Na przykład nawozy azotowe zmniejszają różnorodność gatunkową roślin i eliminują wymóg płodozmianu na polu koniczyny, co jeszcze bardziej ogranicza dostępność kwiatów dla zapylaczy. Reakcja zapylaczy na użytkowanie gruntów na poziomie krajobrazu jest zróżnicowana, a wielkość i kierunek zmian różnią się w zależności od grup taksonomicznych. Na przykład stwierdzono, że niektóre pszczoły, motyle i muchówki faworyzują otwarte, średnio zalesione obszary półnaturalnych użytków zielonych lub agroleśnictwa. Podobnie w środowiskach miejskich odkryto bogate gatunkowo i liczne zbiorowiska dzikich pszczół, co wskazuje, że w przypadku niektórych gatunków działalność antropogeniczna może być korzystna. Zarówno na obszarach otwartych, jak i miejskich korzyści dla zapylaczy można częściowo przypisać dostępności kwiatów. Jednak szerzej różnice w reakcji zapylaczy często przypisuje się cechom, takim jak specjalizacja żywieniowa, mobilność i zachowania gniazdowe.

Ocieplenie klimatu wpływa w dużym stopniu na fenologię, lokalną liczebność i rozmieszczenie roślin i zapylaczy. Mimo to nadal ograniczona jest wiedza na temat wpływu podwyższonych temperatur na mutualizm między roślinami a zapylaczami oraz sposobu trwałego oddziaływania gatunków. Początek kwitnienia roślin i daty pierwszego pojawienia się zapylaczy mają charakter liniowy (w odpowiedzi na nagły wzrost temperatury). Reakcje fenologiczne na ocieplenie klimatu mogą zatem występować z podobną intensywnością u roślin i zapylaczy, chociaż należy spodziewać się znacznych różnic w reakcjach między gatunkami. Ocieplenie klimatu może powodować czasowe niedopasowania wśród partnerów mutualistycznych. Z kolei badania wielogatunkowych zespołów zapylaczy roślin wskazują, że ogólna struktura sieci zapylających jest prawdopodobnie odporna na zakłócenia spowodowane ociepleniem klimatu.

Doktor Anders Nielsen jest ekologiem pracującym obecnie jako kierownik działu/kierownik badań w Departamencie Krajobrazu i Różnorodności Biologicznej w NIBIO. Jego głównym zainteresowaniem badawczym jest ekologia zapylania – próbuje zrozumieć sposób, w jaki czynniki zewnętrzne wpływają na interakcje roślina–zapylacze zarówno w uprawach, jak i zbiorowiskach roślin dzikich. Pracował w różnych ekosystemach, od lasów alpejskich, borealnych i sadów owocowych w Norwegii po farmy arbuźów w Tanzanii, plantacje palm olejowych w Indonezji i pola soi w Argentynie.

The conservation of wild bees in modern agricultural landscapes

Ochrona dzikich pszczół we współczesnych krajobrazach rolniczych

NICOLAS VEREECKEN, JOHANNES VISSER

Agroecology Lab, Université libre de Bruxelles (ULB), Brussels, Belgium

Abstrakt

Dzikie pszczoły są niezbędnymi zapyłaczami nie tylko roślin w naturalnych ekosystemach, ale także wielu naszych upraw. Fragmentacja siedlisk oraz intensyfikacja rolnictwa doprowadziły jednak do utraty wielu gatunków zapewniających tę usługę ekosystemową. Aby odwrócić utratę gatunków oraz spadek różnorodności i liczebności dzikich pszczół, konieczne jest zrozumienie, czego potrzebują te gatunki, aby żyć we współczesnych krajobrazach rolniczych. W tym celu musimy wiedzieć, na które gatunki i na jakie cechy funkcjonalne najbardziej wpływa intensyfikacja rolnictwa. Przedstawimy najnowsze dane oraz – wykorzystując gatunki wskaźnikowe i grupy funkcjonalne, które pomogą rzucić światło na kombinacje cech korzystnych lub szkodliwych – skupimy się na dwóch najważniejszych czynnikach dla pszczół, a mianowicie obecności roślin żywicielskich i dostępności miejsc na gniazda. Ponieważ żaden z tych czynników nie występuje na samych polach, musimy chronić fragmenty siedlisk przyrodniczych otaczających pola, aby ochronić pozostałe gatunki, a także stworzyć nowe, odpowiednie siedliska w celu przyciągnięcia utraconych gatunków. W połączeniu z praktykami agroekologicznymi i wzrostem niejednorodności użytkowania gruntów zapewni to przyszłość naszym najważniejszym zapyłaczom.

Streszczenie prelekcji

Zapylenie przez owady ma kluczowe znaczenie dla globalnej produktywności rolnictwa ze względu na rosnące zapotrzebowanie na rośliny entomofilne. Odżywcze i gospodarcze znaczenie upraw zapylianych przez owady oraz niezdolność hodowlanych zapyłaczy (np. *Apis mellifera*) do zaspokojenia popytu na usługi oznaczają, że rolnictwo jest w dużym stopniu zależne od dzikich zapyłaczy. Jednak konwencjonalne praktyki rolnicze są główną przyczyną spadku populacji zapyłaczy.

Chociaż opcje programów rolnośrodowiskowych miały pozytywne skutki, większość z nich przynosi zyski ograniczonemu zestawowi pospolitych gatunków. Obecnie programy rolnośrodowiskowe preferencyjnie są korzystne dla populacji trzmieli, jednak gatunki pszczół samotniczych są ważniejszymi zapyłaczami niektórych upraw. Identyfikacja kluczowych gatunków zapyliających poszczególne uprawy oraz takich, które mogą zapewnić dodatkowe zapylenie, a także zabezpieczenie przed spadkiem liczebności tych gatunków, pomogłyby w zarządzaniu rolnictwem. Jednak w przypadku wielu upraw nie ma wystarczających informacji na temat zbiorowisk pszczół, a w żadnym badaniu nie podjęto

próby ustalenia „krajowej listy” zapylaczy roślin uprawnych, która mogłaby stanowić wskazówkę dla programów zarządzania lub monitorowania.

Chociaż większość wizyt na kwiatach roślin uprawnych przypisuje się niewielkiemu odsetkowi gatunków pszczół, wykazano, że zbiorowiska bogate gatunkowo pozytywnie wpływają na plony i stabilność usług zapylania. Ochrona różnorodności biologicznej i zarządzanie usługami ekosystemowymi są często postrzegane jako odrębne cele, jednak zarządzanie ukierunkowane wyłącznie na pospolite zapylacze roślin uprawnych nie zabezpieczy produkcji, jeśli nie obejmie gatunków uzupełniających świadczenie usług. Duża rotacja gatunków oznacza, że zróżnicowane społeczności, w tym gatunki rzadkie i specjalistyczne, są zobowiązane do utrzymania usług zapylania roślin uprawnych na skalę regionalną. Ponieważ zmiany klimatyczne zmniejszają liczebność i bogactwo niektórych gatunków dzikich pszczół, wspieranie szerszej różnorodności gatunkowej może mieć kluczowe znaczenie dla stabilności usług zapylania upraw w obliczu przewidywanych znaczących przyszłych zmian środowiskowych. Ponadto w przypadku różnych upraw występują odrębne zbiorowiska zapylaczy, dlatego korzystne będzie zidentyfikowanie taksonów zapylających poszczególnych upraw i odpowiednie zarządzanie docelowymi obszarami upraw. Ponadto krajowy wykaz zapylaczy może stanowić źródło informacji dla systemów monitorowania, aby zapewnić, że obejmują one ważne gatunki zapylające rośliny uprawne.

W celu zebrania informacji na temat zarządzania i monitorowania zapylaczy zestawiono gatunki pszczół odwiedzających cztery uprawy: jabłka (*Malus domowy*), bobiku (*Vicia faba*), rzepaku (*Brassica napus*) i truskawki (*Fragaria* × *ananassa*). Wykazano, że zapylanie przez owady zwiększa wielkość i jakość plonów w przypadku wszystkich czterech upraw. Ponadto różnią się one fenologią i morfologią kwiatów, prawdopodobnie wykazują też odpowiednie różnice w składzie zbiorowisk zapylaczy. Badania przeprowadzono na terenie Wielkiej Brytanii, ponieważ tamtejsza fauna pszczół została wszechstronnie opisana, a ich zasiedlenie dobrze udokumentowano.

Zainteresowania badawcze prof. Nicolasa Vereeckena skupiają się na innowacjach agroekologicznych i ewolucji alternatywnych systemów produkcji rolnej; ocenie deficytów zapylania w uprawach, opracowaniu rozwiązań adaptacyjnych i łagodzących dla zrównoważonej produkcji; zrozumieniu wzajemnych powiązań między bogactwem gatunkowym, różnorodnością funkcjonalną i filogenetyczną w różnych skalach przestrzennych i czasowych; zarządzaniu różnorodnością biologiczną w miastach i miejskimi przestrzeniami zielonymi na rzecz różnorodności biologicznej i dobrostanu ludzi, wieloskładnikowym charakterze rolnictwa miejskiego: bezpieczeństwo żywnościowe, usługi ekosystemowe.