



**Instytut Ochrony Roślin
Państwowy Instytut Badawczy**

ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

**OCHRONA ORGANIZMÓW
POŻYTECZNYCH
ORAZ STWARZANIE WARUNKÓW
SPRZYJAJĄCYCH
ICH WYSTĘPOWANIU**

Materiały szkoleniowe

Poznań, 18 listopada 2025 r.



**Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi**

Szkolenie w ramach dotacji celowej z budżetu państwa na rok 2025,
Obszar tematyczny 1. Ochrona roślin oraz ograniczanie zagrożeń związanych
z rozprzestrzenianiem się organizmów kwarantannowych i stosowaniem środków ochrony roślin
Zadanie 1.11. Upowszechnianie i wdrażanie wiedzy o integrowanej ochronie roślin



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
www.ior.poznan.pl

Autorzy opracowania:

dr hab. Paweł K. Beres, prof. IOR – PIB
prof. dr hab. Paweł Węgorek
dr hab. Joanna Zamojska
dr inż. Daria Dworżańska
mgr inż. Łukasz Siekaniec

Korekta redakcyjna:

Małgorzata Maćkowiak, Monika Kardasz

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszych materiałów nie może być reprodukowana w jakiegokolwiek formie i w jakikolwiek sposób bez pisemnej zgody autorów.

ISBN 978-83-978629-0-6



Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi

Opracowano w ramach dotacji celowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi na rok 2025

Obszar tematyczny 1. Ochrona roślin oraz ograniczanie zagrożeń związanych z rozprzestrzenianiem się organizmów kwarantannowych i stosowaniem środków ochrony roślin

Zadanie 1.11. Upowszechnianie i wdrażanie wiedzy o integrowanej ochronie roślin

SPIS TREŚCI

POŻYTECZNE ORGANIZMY W OCHRONIE ROŚLIN: ZAPYLACZE I NATURALNI WROGOWIE SZKODNIKÓW

dr hab. Paweł K. Bereś, prof. IOR – PIB, mgr inż. Łukasz Siekaniec

Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie

Instytut Ochrony Roślin – PIB 5

ZAGROŻENIA ŚRODOWISKOWE POWODOWANE INTENSYWNYM ROLNICTWEM ORAZ STWARZANIE WARUNKÓW SPRZYJAJĄCYCH WYSTĘPOWANIU ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH

prof. dr hab. Paweł Węgorek, dr hab. Joanna Zamojska,

dr inż. Daria Dworzańska

Zakład Entomologii i Agrofagów Zwierzęcych,

Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań 43

**dr hab. inż. Paweł K. Bereś, prof. IOR – PIB,
mgr inż. Łukasz Siekaniec**

**Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie
e-mail: p.beres@iorpib.poznan.pl**

POŻYTECZNE ORGANIZMY W OCHRONIE ROŚLIN: ZAPYLACZE I NATURALNI WROGOWIE SZKODNIKÓW

Ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu w kontekście zapylaczy i naturalnych wrogów szkodników to zagadnienie bardzo ważne z względu na obserwowany spadek ich liczebności, a także bioróżnorodności gatunkowej. Działania podejmowane w ramach ochrony roślin powinny uwzględniać aspekt ochrony organizmów pożytecznych, ponieważ ich działalność to wymierna korzyść dla rolnictwa, choćby w postaci wyższych ilościowo i jakościowo plonów. Ochrona roślin, zwłaszcza chemiczna, to bardzo ważny element działań pielęgnacyjnych podejmowanych przez człowieka, który może wpływać na spadek populacji tych organizmów. Intensyfikacja rolnictwa, urbanizacja wchodząca na nowe tereny, wszechobecna „betonoza”, rozwój sieci transportowej i jej wkraczanie na tereny dotychczas zielone, emisja szkodliwych substancji przez różne gałęzie gospodarki, zmiany zachodzące w szacie roślinnej, zmiany w składzie gatunkowym i liczebności fauny szeroko rozumianej, obserwowane ocieplanie się klimatu, pojaw ekstremalnych zjawisk meteorologicznych – to kolejne z wielu czynników, które należy brać pod uwagę, rozpatrując przyczyny spadku liczebności gatunków biorących udział w zapylaniu roślin, jak również wspomagających człowieka w walce z niektórymi szkodnikami upraw.

1. Organizmy zapylające rośliny

W ostatnich latach często mówi się o konieczności ochrony organizmów zapylających rośliny w kontekście stosowania w rolnictwie środków ochrony roślin, a w szczególności insektycydów. Szczególnie duży nacisk kładzie się na ochronę pszczoły miodnej (*Apis mellifera*). Jest ona wysoce efektywnym zapylaczem, ale zarazem gatunkiem hodowanym przez człowieka w celu poprawienia zapylania roślin uprawnych, a w szczególności dla pozyskiwania określonych produktów: miodu, wosku, propolisu, pyłku, pierzgi, mleczka pszczelego i jadu. Ochrona organizmów zapylających nie może jednak ograniczyć się do pszczoły miodnej, bowiem o wiele liczniejszą i bogatszą gatunkowo grupą zapylającą rośliny są tzw.

dzicy zapylacze, którzy naturalnie występują w przyrodzie. Nie są to owady tak popularne medialnie, jak pszczoła miodna, o której dobrostan walczą m.in. pszczelarze. Patrząc jednak obiektywnie i racjonalnie na ochronę zapylaczy, konieczne jest szersze spojrzenie na gatunki zapylające rośliny dzikie i celowo uprawiane przez człowieka, bowiem od tego zależy egzystencja wielu gatunków roślin, zwierząt, a także człowieka.

W toku ewolucji większość gatunków roślin w naszej strefie geograficznej przystosowała się do obecności organizmów zapylających, jednocześnie uzależniając się od nich – głównie owadów. organizmów zapylających, głównie owadów. Wskazuje się, że rośliny wymagające zapylania stanowią aż 78% ogółu gatunków flory, a pozostałe 22% jest wiatropylne. Wśród roślin uprawnych znajdziemy takie, dla których obecność zapylaczy jest bardzo korzystna (choćby w kontekście poprawy wysokości i jakości plonowania), chociaż w pewnym stopniu są one samopylne (np. rzepak, rzepik, gorczyca, peluszka, seradela). Jednak są i takie rośliny, których plon jest uzależniony wyłącznie, lub prawie wyłącznie, od zapylaczy, czego bardzo dobrym przykładem jest m.in. koniczyna czerwona, gryka, rośliny sadownicze, część roślin jagodowych, słonecznik, lucerna oraz warzywa uprawiane na nasiona.

Niektóre organizmy biorące udział w zapylaniu roślin są do tego procesu przystosowane ewolucyjnie, a ich egzystencja jest od niego uzależniona, natomiast część organizmów przenosi pyłek całkowicie przypadkowo. Warto podkreślić, że pszczoła miodna jest bardzo skutecznym zapylaczem, ale nie jedynym. Choć to gromada owadów (Insecta) odgrywa najważniejszą rolę w przenoszeniu pyłku, to w procesie tym mogą również uczestniczyć (choćby przypadkowo) przedstawiciele pajęczaków, ptaków lub ssaków.

Zapylaczem może zostać nazwany każdy organizm, który skutecznie przeniesie pyłek pomiędzy roślinami tego samego gatunku, doprowadzając tym samym do zapylenia (rys. 1). Może się zatem zdarzyć, że pyłek na swoim ciele przeniosą pajęczaki bytujące na kwiatach, gdzie czatują na swoje ofiary. Przykładem jest pająk kwietnik (*Misumena vatia*) należący do rodziny ukośnikowatych (Thomisidae), którego można w Polsce bardzo łatwo spotkać na kwiatach różnych roślin. Przemieszczając się na kolejne rośliny, może przenosić pyłek, który przyczepia się do jego ciała (fot. 1).

Można powiedzieć, że pająki biorą udział w zapylaniu roślin nieświadomie. W cieplejszych strefach klimatycznych niektóre gatunki roślin mogą efektywnie zapylać pajęczaki, głównie z rodzin: ukośnikowatych, skakunowatych (Salticidae), prządkowatych (Nephilidae) czy też darownikowatych (Pisauridae). Ponadto efektywnymi zapylaczami mogą być niektóre ptaki, np. kolibrowate (Trochilidae) i nektarnikowate (Nectariniidae), ale również pewne płazy, jak brazylijska żaba drzewna *Xenohyla truncata*, i gady, np. jaszczurki *Gallotia galloti* i *Hemicordylus capensis* oraz gekon *Tarentola delalandii*. Choć niekiedy trudno to sobie wyobrazić, ale także niektóre mięczaki, a zwłaszcza ślimaki, biorą udział w przenoszeniu pyłku i tym samym zapylają niektóre rośliny (fot. 2). Na przykład w Japonii zauważono, że ślimak *Ambigolimax valentianus* odwiedza kwiaty lilii *Rohdea japonica* i przenosi ziarna pyłku na znamiona kwiatów za pomocą lepkiej wydzieliny. Co ciekawe, to sama



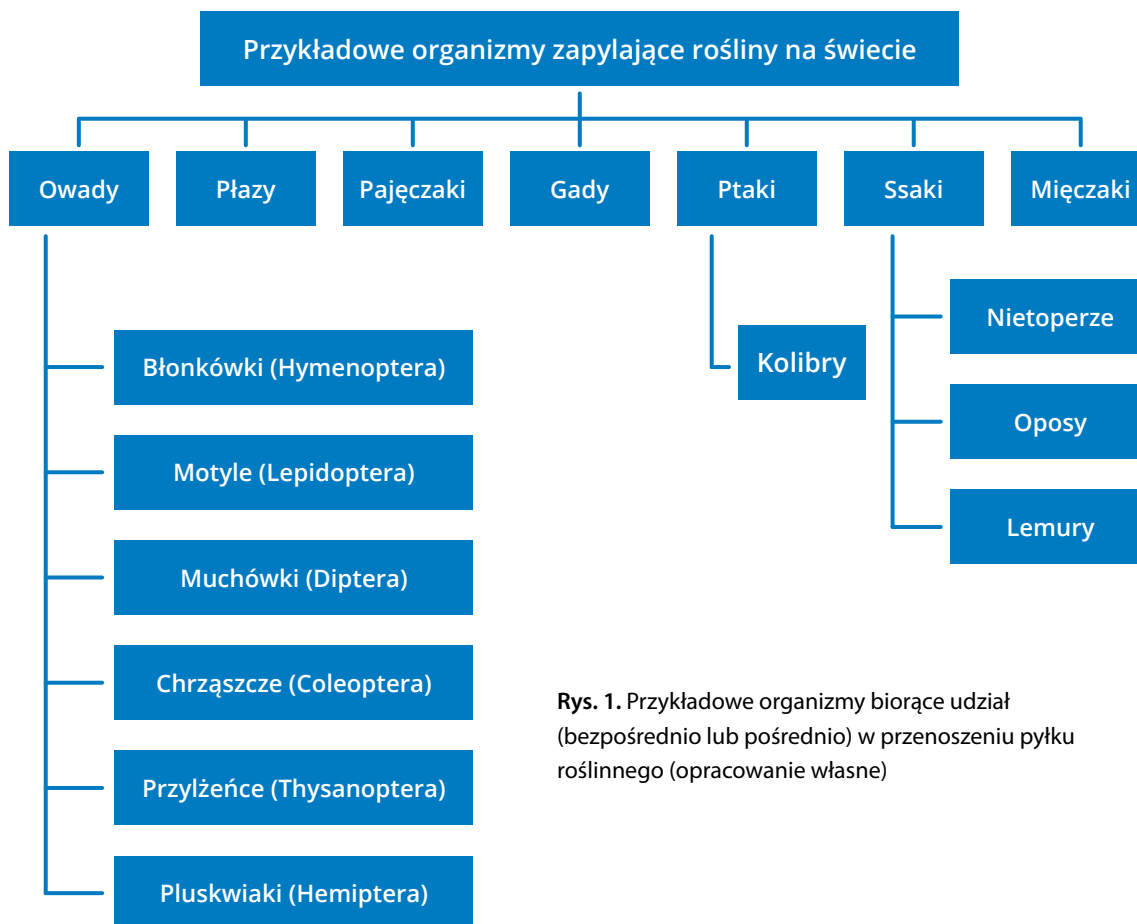
Fot. 1. Pająk kwietnik ze swoją ofiarą – przebywając na różnych kwiatach, może przypadkowo przenosić pyłek (fot. Paweł Bereś)



Fot. 2. W Polsce można spotkać na kwiatach różnych roślin ślimaki nagie i skorupkowe – ciekawe czy przenoszą także pyłek? (fot. Paweł Bereś)

roślina, wydzielając w okresie kwitnienia silny zapach przypominający woń drożdży bądź fermentacji, działa zachęcająco na ślimaka.

Zapylaczami roślin w niektórych częściach świata są ssaki, a w szczególności nietoperze występujące w klimacie tropikalnym i pustynnym. Większość nietoperzy odwiedzających kwiaty występuje w Afryce, Azji Południowo-Wschodniej i na wyspach Pacyfiku. Ponad 300 gatunków roślin jest zależnych od tych ssaków w zakresie zapylania. Należą do nich



Rys. 1. Przykładowe organizmy biorące udział (bezpośrednio lub pośrednio) w przenoszeniu pyłku roślinnego (opracowanie własne)

choćby rośliny mango, bananowców, gujawy, ale także agawy. Do nietoperzy-zapylaczy należą takie gatunki, jak wieprzoryjek meksykański (*Choeronycteris mexicana*) i niektóre gatunki z rodzaju smukłonosek, np. *Leptonycteris curasoae yerbabuenae*. Zapylaczami mogą być także niektóre lemury i oposy. Jak widać, w zależności od strefy klimatycznej, występują



Fot. 3. Pszczoła miodna na lawendzie (fot. Paweł Bereś)



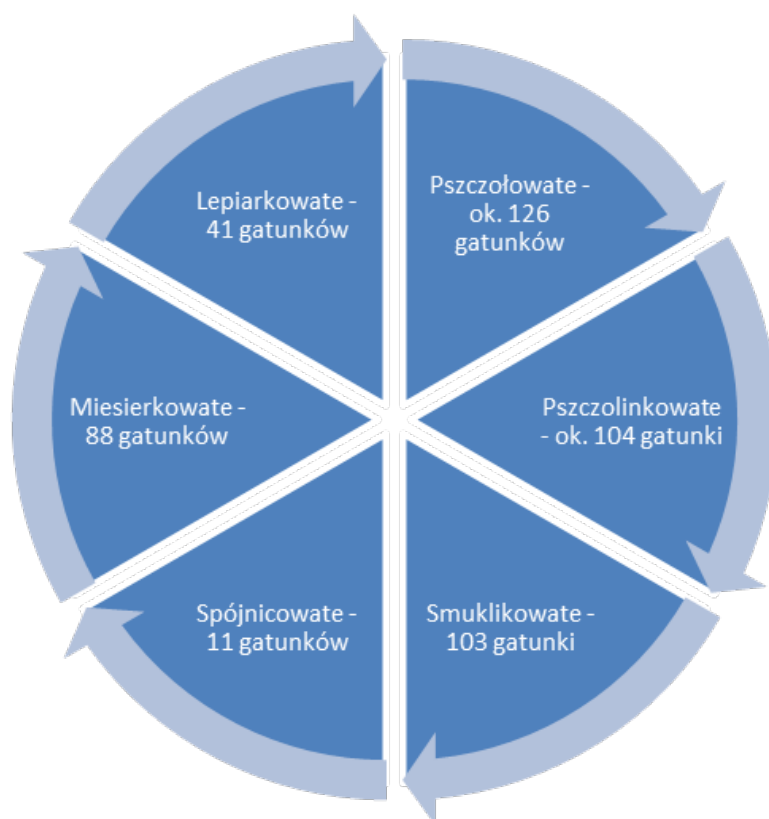
Fot. 4. Trzmieł kamiennik (fot. Paweł Bereś)



Fot. 5. Niektóre dzikie pszczoły mogą przenosić pyłek za pomocą specjalnych szczoteczek zlokalizowanych np. na brzuchu lub odnóżach (fot. Paweł Bereś)

organizmy reprezentujące różne grupy systematyczne mogące przenosić pyłek. Co więcej, przecież sam człowiek czasami staje się zapylaczem roślin. Na przykład specjaliści tworzący nowe odmiany niektórych gatunków roślin w sposób świadomy i celowy przenoszą pyłek, aby dokonać zapyleń. Ogrodnicy-hobbyści także niekiedy to robią – z pędzelkami w dłoniach przenoszą pyłek np. pomidorów z kwiatu na kwiat w celu poprawy ich zapyleń.

W Polsce kluczową rolę w zapylaniu roślin odgrywają owady z rzędu błonkoskrzydłych (Hymenoptera) z nadrodziny pszczoły (Apoidea), w której wyróżnia się sześć rodzin: lepiarkowate (Colletidae), pszczolinkowate (Andrenidae), smuklikowate (Halictidae), spójnicowate (Melittidae), miesierkowate (Megachilidae) i pszczołowate (Apidae) (fot. 3–5).



Rys. 2. Liczebność gatunków pszczół w poszczególnych rodzinach nadrodziny Apoidea (opracowanie własne)

Na świecie dotychczas zidentyfikowano około 16 tys. gatunków pszczół, przy czym w Polsce jest ich około 470. Dominują wśród nich przedstawiciele trzech rodzin: pszczółowatych, pszczolinkowatych i smuklikowatych (rys. 2).

Najliczniejsza rodzina, czyli pszczółowate, obejmuje 16 rodzajów, do których należy łącznie około 126 gatunków, wśród których znajdziemy pszczołę miodną, trzmiela ziemnego (*Bombus terrestris*) i zadrzechnię fioletową (*Xylocopa violacea*), która „powróciła” do krajowej entomofauny po latach bycia uznana za gatunek wymarły (fot. 6–7).

Wśród pszczółowatych najliczniejsze pod kątem gatunkowym są rodzaje koczownica (*Nomada*) oraz trzmiel (*Bombus*), do których należy, odpowiednio, 50 i około 40 gatunków. Pozostałe rodzaje to: pszczoła (*Apis*), porobnica (*Anthophora*), pseudoporobnica (*Amegilla*), zadrzechnia (*Xylocopa*), rożyca (*Ceratina*), mamrzyca (*Epeolus*), podsobka (*Biastes*), cyga (*Ammobates*), zwężnica (*Thyreus*), brzęczka (*Melecta*), mamrzyk (*Epeoloides*), rozrożka (*Tetralonia*), pseudocyga (*Pasites*) i kornutka (*Eucera*).

Druga najliczniejsza rodzina to pszczolinkowate. Wyróżniono w niej tylko cztery rodzaje. Wyraźnie dominujący jest rodzaj pszczolinka (*Andrena*), który obejmuje około 100 gatunków. Pozostałe trzy rodzaje to: trutnica (*Melitturga*), zbierka (*Panurgus*) oraz pyleńczyk (*Panurginus*).

Kolejna liczna rodzina to smuklikowate, w której wyróżniono dziewięć rodzajów obejmujących łącznie 103 gatunki zapylaczy. Rodzaje pseudosmuklik (*Lasioglossum*) oraz



Fot. 6. Pszczoła miodna to typowo hodowlany gatunek owada – z jednej strony efektywnie zapyla rośliny, a z drugiej dostarcza cenne produkty pszczele (fot. Paweł Beres)



Fot. 7. Ule dla trzmieli ustawia się choćby na plantacji borówki wysokiej, celem poprawy zapylenia kwiatów (fot. Paweł Beres)

nęczyn (*Sphecodes*) obejmują najwięcej gatunków, bowiem, odpowiednio, 57 i 21, a pozostałe mało liczne rodzaje to: smuklik (*Halictus*), błyszczka (*Dufourea*), łusareczek (*Nomioides*), wrzalka (*Systropha*), łusarek (*Nomiapis*), wigorczyk (*Rophites*) i pseudowigorczyk (*Rophitoides*).

Rodzina miesierkowatych jest czwarta pod względem liczebności gatunków i obejmuje 13 rodzajów, do których należy łącznie 88 gatunków pszczoł, w tym tak znana wśród



Fot. 8. Kokony murarki ogrodowej są dostępne w sprzedaży – można je wyłożyć na przykład w sadach i ogrodach (fot. Paweł Beres)

profesjonalistów i hobbystów murarka ogrodowa (*Osmia rufa*), hodowana i namnażana w celu poprawy zapylania różnych roślin (fot. 8). Najbogatszy gatunkowo jest rodzaj miesiarka (*Megachile*) obejmujący 20 gatunków, a następnie: murarka (*Osmia*), ścieska (*Coelioxys*), pseudomurarka (*Hoplitis*) i nożycówka (*Chelostoma*). Pozostałe rodzaje w tej rodzinie to: wałczatka (*Heriades*), makatka (*Anthidium*), makateczka (*Anthidiellum*), pseudomakatka (*Pseudoanthidium*), promakatka (*Proanthidium*), smółka (*Trachusa*), ogrotek (*Aglaoapis*) i szmeronia (*Stelis*).

Rodzina lepiarkowatych obejmuje z kolei dwa rodzaje: samotka (*Hylaeus*), w którym wyodrębniono 28 gatunków, oraz lepiarka (*Colletes*) z 13 gatunkami. Najmniej liczną rodziną są spójnicowate, w ramach której występują trzy rodzaje obejmujące łącznie 11 gatunków pszczoł. Rodzaj spójnica (*Melitta*) obejmuje sześć gatunków zapylaczy, obroстка (*Dasypoda*) trzy, a skrócinka (*Macropis*) dwa.

Błonkówki z nadrodziny pszczoły są doskonale przystosowane do zapylania roślin, ale do tego rzędu należą również przedstawiciele różnych rodzin, którzy niejako przypadkiem mogą pyłek przenosić. Często wspomina się tu choćby o osach i szerszeniach, a także o mrówkach odwiedzających kwiaty różnych roślin.

W zapylaniu biorą udział również motyle, odwiedzające pola w poszukiwaniu cennego nektaru (fot. 9–11). Takich gatunków może być wiele. Wśród motyli dziennych mogą to być rusałkowate (np. rusałka admirał, rusałka pawik, rusałka pokrzywnik), bielinkowate (np. bielinek kapustnik, bielinek rzepnik, latolistek cytrynek), modraszkowate (np. modraszka srebrnoplamek), zawisakowate (np. fruczak gołąbek, określany mianem „polskiego kolibra”), paziowate (np. paź królowej) i inne. W Polsce o wiele liczniejsze od motyli dziennych są gatunki aktywne nocą, potocznie zwane ćmami. Jak wskazują najnowsze badania,



Fot. 9. Latolistek cytrynek, pobierając nektar, może także przenosić pyłek (fot. Paweł Bereś)



Fot. 10. Choć niektóre bielinkowate (kapustnik i rzepnik) są szkodnikami upraw, to motyle mogą brać udział w zapylaniu (fot. Paweł Bereś)



Fot. 11. Modraszki na swoim ciele mogą przenosić pyłek (fot. Paweł Bereś)

choćby naukowców z University of Sussex, dla niektórych roślin motyle nocne mogą być często wydajniejszymi zapylaczami od pszczoł. Działając w godzinach wieczornych i nocnych, uzupełniają pracę motyli dziennych.

Na kwiatkach różnych roślin, często obok błonkówek, spotyka się także przedstawicieli muchówek, które poszukują cennego nektaru, a przy okazji mogą brać udział w przenoszeniu pyłku. Taką rolę odgrywają np. osobniki dorosłe z rodzin: bzygowatych, wysłepkowatych, bujankowatych, wujkowatych, leniowatych i rączycowatych (fot. 12–13).

Na kwiatkach roślin spotyka się również wiele gatunków chrząszczy z różnych rodzin, które przypadkowo mogą stać się zapylaczami. Należą do nich reprezentanci rodzin: łyszczynkowatych, stonkowatych, kózkowatych, poświętnikowatych, biedronkowatych i innych.



Fot. 12. Bzygowate to nie tylko wrogowie naturalni szkodników, ale także zapylacze (fot. Paweł Bereś)



Fot. 13. Muchówka z rodziny leniowatych poszukuje nektaru (fot. Paweł Bereś)



Fot. 14. Słodyszek rzepakowy często żywi się pyłkiem różnych roślin i może go również przenosić na ciełe (fot. Paweł Bereś)



Fot. 15. Kruszyca złotawka na kwiatach jarzębiny (fot. Paweł Bereś)



Fot. 16. Łanocha pobrzecz może uszkadzać niektóre rośliny, ale również przenosić pyłek (fot. Paweł Bereś)

Niektóre gatunki, takie jak słodyszek rzepakowy, z jednej strony są szkodnikami roślin, a z drugiej strony, odwiedzając roślin, mogą przenosić pyłek na swym ciele (fot. 14–16).

Bardzo licznie występującymi owadami są reprezentanci pluskwiaków. Część gatunków to znane i groźne szkodniki, ale niektóre pluskwiaki z rodziny tarczówkowatych (Pentatomidae), przebywając na kwiatach, także mogą przenosić pyłek. Na swoim drobnym ciele pyłek niektórych roślin mogą także przenosić przedstawiciele przylżeńców (Thysanoptera), wśród których, trzeba przyznać, jest wiele szkodników.

2. Ochrona roślin a ochrona środowiska – od ery optymizmu po erę integracji

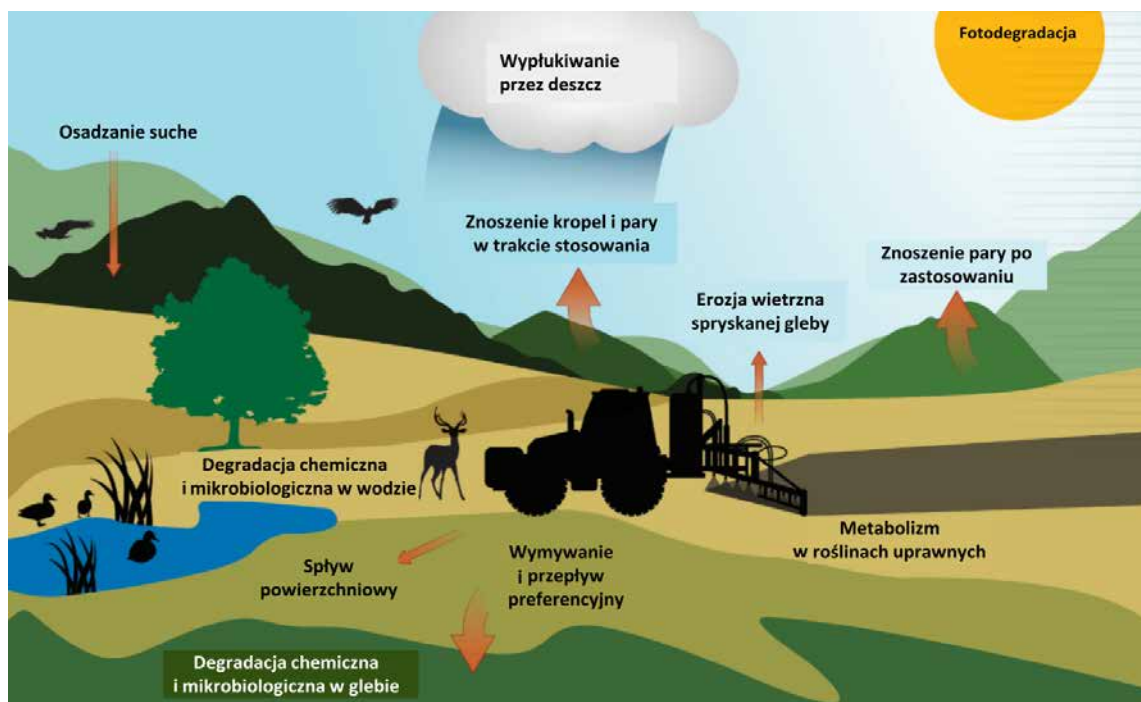
Ochrona roślin to jeden z ważniejszych zabiegów pielęgnacyjnych, jakie rolnik/ogrodnik wykonuje celem zabezpieczenia wysokości oraz jakości swoich plonów przed uszkodzeniami, a tym samym stratami ilościowymi i jakościowymi powodowanymi przez organizmy szkodliwe, zwane potocznie agrofagami (chwasty, choroby, szkodniki). Pozwala także zabezpieczyć plon przed skażeniem toksykologicznym, jakie mogą wywołać choćby niektóre grzyby toksynotwórcze, np. z rodzaju *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* i *Alternaria*. Z ekonomicznego i toksykologicznego punktu widzenia szczególnie niebezpieczne są takie związki, jak: aflatoksyny, ochratoksyny, trichoteceny, fumonizyny, patulina i zearalenon. Dzięki postępowi w badaniach naukowych do mykotoksyn zaliczono już ponad 400 związków chemicznych, co pokazuje skalę zagrożenia, a jednocześnie potwierdza, jak ważna jest ochrona upraw przed organizmami szkodliwymi. Poszczególne gatunki roślin uprawnych są mniej lub bardziej narażone na wpływ agrofagów, zatem zróżnicowana jest także ochrona roślin, jaką się wdraża. Takie rośliny, jak rzepak, burak i ziemniak wymagają intensywnej ochrony, a owies czy żyto są mniej wymagające ze względu na niższe zagrożenie ze strony agrofagów.

Ochrona roślin nie jest działaniem plonotwórczym samym w sobie, a obserwowana poprawa plonowania wynika jedynie z tego, że ograniczany jest negatywny wpływ gatunków szkodliwych na rośliny uprawne. Ochrona roślin, zacierając mniej lub bardziej wpływ agrofagów wskazuje, jak wygląda potencjał produkcyjny danego gatunku rośliny. Ochrona roślin stoi także na straży tzw. bezpieczeństwa fitosanitarnego kraju, poprzez monitorowanie pojawu gatunków obcego pochodzenia, które mogą stanowić zagrożenie dla roślin uprawnych i dziko rosnących, a także dla bioróżnorodności gatunkowej. Szczególnie istotne jest nadzorowanie pojawu gatunków, których zwalczanie jest obowiązkowe i regulowane przepisami prawnymi.

Ochrona roślin na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat przeszła prawdziwą rewolucję. Ze względu na globalną skalę produkcji i stosowanie środków ochrony roślin za tzw. „wiek pestycydów” uważa się drugą połowę XX wieku. Okres ten umownie podzielono na trzy ery: optymizmu, zwątpienia i integracji.

Lata 40.–50. XX wieku charakteryzowały się tym, że na szeroką skalę wdrażano w rolnictwie bardzo środki ochrony roślin (ś.o.r.) roślin na bazie chlorowanych węglowodorów, takie jak DDT. Pojawiły się w tym czasie także insektycydy fosforoorganiczne, a także zawierające takie substancje czynne, jak choćby karbaminiany. Odkryto i wdrożono do praktyki tak powszechnie używane do dzisiaj pyretroidy. Zwiększyło się plonowanie upraw wskutek ograniczania pojawu agrofagów. Erę tę nazwano erą optymizmu, ponieważ zauważono, jak duży, pozytywny wpływ na plonowanie roślin może mieć skuteczna ich ochrona przed organizmami szkodliwymi. Era optymizmu trwała od 1946 do 1962 roku. Warto wiedzieć, że już w latach 40. i 50. minionego wieku zaczęły pojawiać się pierwsze głosy krytyki dotyczące nadmiernego stosowania pestycydów i ich negatywnego wpływu na środowisko i zdrowie człowieka. Zaczęły pojawiać się także dowody świadczące o ich szkodliwości. Przełomem w świadomości co do zagrożenia, jakie mogą stanowić pestycydy (chodziło głównie o DDT), były lata 60. minionego wieku. W 1962 roku ukazała się na rynku wydawniczym książka Rachel Carson pt. „Milcząca/Cicha wiosna” (ang. *Silent Spring*), dzięki której ludzie zaczęli uświadamiać sobie skutki oddziaływania pestycydów na przyrodę. Publikacja ta znacząco przyczyniła się do wycofania z użycia pestycydów chloroorganicznych, takich jak DDT. Książka Rachel Carson zasiała wątplenie co do „wspaniałości” pestycydów. Zaczęto baczniej się im przyglądać i choć pojawiały się nowe, skuteczne grupy chemiczne, to zaczęto stopniowo zmieniać podejście do ochrony chemicznej. Okres ten nazwano erą wątplenia (lata 1963–1976). W erze wątplenia (choć już pierwsze kroki podjęto w erze optymizmu) zaczęła rozwijać się koncepcja integrowanej ochrony roślin, w której priorytetowo traktuje się stosowanie metod niechemicznych. Jednak w tym samym czasie przemysł fitofarmaceutyczny nadal nieustannie pracował nad tworzeniem skutecznych substancji czynnych do ochrony roślin, choćby tak przełomowych, jak neonikotynoidy, czy inhibitory syntezy chityny. Zmiana podejścia do ochrony chemicznej cały czas ewoluowała, aż została w Unii Europejskiej prawnie usankcjonowana w postaci nakazu stosowania od 2014 roku integrowanej ochrony roślin na obszarze całej wspólnoty. Erę tę nazwano erą integracji, a za jej początek uważa się rok 1976. Trwa ona po dziś dzień.

W czasie gdy stosowanie chemicznych środków ochrony roślin było już bardzo popularne, prowadzono badania nad ich wpływem m.in. na siedliska dzikich zwierząt. Wykazano, że oddziaływały one negatywnie na zwierzęta przez skażenie wody i zakłócanie funkcjonowania łańcuchów pokarmowych. W niektórych badaniach wykazano, że stosowanie pestycydów w latach 60. i 70. XX wieku spowodowało znaczny spadek liczebności populacji ptaków drapieżnych. Pozostałości pestycydów gromadziły się w organizmach drapieżników, które żywiły się innymi zwierzętami narażonymi na działanie środków ochrony roślin stosowanych przez człowieka. Stosowanie pestycydów spowodowało także spadek liczebności populacji pszczoł i zmiany w ekosystemach wodnych. Badania wykazały, że pestycydy były obecne w organizmach zarówno ssaków lądowych, jak i morskich. Wdrażanie na szeroką skalę zoocydów do ograniczania szkodników roślin, zmniejszyło także populacje nieszkodliwych



Rys. 3. Wpływ środków ochrony roślin na środowisko (Clearwater i wsp. 2016)

bezkęgowców, które stanowiły podstawowe źródło pożywienia dla wielu gatunków ptaków. Płazy były bardzo wrażliwe na toksyczne działanie środków ochrony roślin.

Kontakt organizmów żywych ze środkami ochrony roślin może być bezpośredni lub pośredni. Mogą one przenikać do organizmu przez skórę, drogi oddechowe, przez skażoną żywność i wodę, mogą być przenoszone również z drobinami pyłów. Mogą także przenosić się z organizmu na organizm w ramach różnych poziomów łańcuchów pokarmowych. Środki ochrony roślin mogą stanowić zagrożenie dla jakości wód gruntowych i powierzchniowych, jakości gleby, różnorodności biologicznej i ekosystemów. Negatywnie oddziałują na faunę i florę i mogą prowadzić do znacznej redukcji różnorodności biologicznej, w tym do zmniejszenia populacji owadów, włącznie z gatunkami zapylającymi rośliny. Na rysunku 3. przedstawiono drogi przenikania środków ochrony roślin z miejsc ich stosowania (pola uprawne) do środowiska.

Wykonując zabiegi ochrony roślin, należy zawsze mieć świadomość, że na polu uprawnym, a także w jego okolicy, znajdują się organizmy, które nie powinny być nigdy narażone na kontakt ze stosowanymi ś.o.r. Miejscem bytowania wielu gatunków neutralnych gospodarczo oraz pożytecznych są: drzewa, zarośla polne, miedze, rowy melioracyjne, wieloletnie użytki zielone, nieużytki, stawy, bagna itp. Operator wykonujący zabiegi ochrony roślin powinien maksymalnie uważać, aby stosowane preparaty nie przedostawały się do tych miejsc, zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio, przez znoszenie cieczy użytkowej.

Wpływ środków ochrony roślin na środowisko zależy od wielu czynników, m.in. od:

- ich klasy toksyczności,
- formy preparatu,

- rodzaju substancji czynnej oraz substancji dodatkowych typu sejfner lub synergetyk,
- stężenia substancji czynnej i substancji dodatkowych,
- czasu rozpadu substancji czynnej w środowisku,
- rodzaju uprawy (np. wysoka lub niska), co ma wpływ choćby na ryzyko znoszenia ś.o.r.,
- liczby wykonywanych zabiegów ochronnych w sezonie,
- czasu narażenia – im dłuższy, tym większe zagrożenie,
- rodzaju aparatury aplikującej i techniki stosowania,
- czynników pogodowych, np. temperatury, siły wiatru i wilgotności powietrza,
- terminów stosowania w trakcie sezonu wegetacyjnego,
- dróg przenikania substancji do organizmów (kontaktowe, żołądkowe, gazowe).

Przy stosowaniu ś.o.r. ich wpływ na środowisko zależy m.in. od toksyczności selektywnej, trwałości w środowisku, zdolności do bioakumulacji oraz mobilności. Szczególnie istotna jest trwałość w środowisku, która jest określana jako czas, w którym rozkłada się 75–100% substancji czynnej. Można zatem, na tej podstawie, podzielić pestycydy na: nietrwałe, umiarkowanie trwałe, trwałe i bardzo trwałe. Środki ochrony roślin zanieczyszczające żywność, powietrze, glebę i wodę nie są jednak jedynym czynnikiem współtworzącym zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzi. Inne zagrożenia wynikające z intensyfikacji produkcji rolnej to:

- zanieczyszczenie środowiska, wód powierzchniowych i podziemnych spowodowane niewłaściwym stosowaniem nawozów, zwłaszcza azotowych i fosforowych,
- niewłaściwa gospodarka ściekowa w gospodarstwach rolnych, w tym nieszczelności szamb ściekowych lub ich nieprawidłowe oczyszczanie przed odprowadzeniem do wód lub do ziemi,
- nasilona erozja gleby i w konsekwencji zmniejszenie jej żyzności,
- emisja do powietrza metanu, dwutlenku węgla i innych substancji gazowych pochodzących z intensywnego chowu lub hodowli zwierząt gospodarskich, prowadząca do niekorzystnych zmian klimatu,
- emisja do powietrza cząstek stałych pochodzących z intensywnego chowu lub hodowli zwierząt gospodarskich (pył ze ściółki, składów mieszalni pasz, suszarni zbożowych lub innych obiektów inwentarskich),
- zmiana krajobrazu i klimatu, która powoduje wyginiecie niektórych gatunków fauny i flory.

3. Chemiczna ochrona roślin a organizmy pożyteczne i niedocelowe

W produkcji roślinnej nadal ważną rolę odgrywa chemiczna ochrona roślin, która nie jest obojętna dla środowiska, dlatego musi być stosowana bardzo rozważnie i tylko w ostateczności. Przystępując do wykonania zabiegów ochrony roślin, należy mieć świadomość

obecności w uprawach także gatunków niedocelowych, które człowiekowi nie zagrażają, a część z nich jest wręcz jego sprzymierzeńcami. Są to choćby organizmy zapylające rośliny oraz wrogowie naturalni szkodników.

Według ustawy o środkach ochrony roślin art. 35, środki ochrony roślin należy stosować w taki sposób, aby nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska, w tym przeciwdziałać zniesieniu środków ochrony roślin na obszary i obiekty niebędące celem zabiegu z zastosowaniem tych środków.

W ochronie roślin bardzo duży nacisk kładzie się na ochronę zapylaczy, nie tylko pszczoły miodnej, choć ta jest zwykle traktowana priorytetowo jako gatunek bardzo ważny z gospodarczego punktu widzenia, w tym celowo hodowany przez człowieka.

Biorąc pod uwagę znaczenie owadów zapylających, kluczowe jest dbanie o ich bezpieczeństwo podczas wykonywania zabiegów ochrony roślin w uprawach, które owady te mogą wizytować. Trzeba mieć świadomość, że czasami sama uprawa nie jest atrakcyjna dla zapylaczy, ale jest przez nie wizytowana, ponieważ znajdują się w niej lub obok niej rośliny kwitnące. Podobna sytuacja występuje, gdy rośliny zasiedlają pluskwiki wydzielające słodką spadź, która może być pożytkiem dla różnych gatunków owadów.

Jak podają pracownicy IOR – PIB w Poznaniu, środki ochrony roślin mogą mieć negatywny wpływ na pszczoły, m.in. przez wywołanie:

- zmian zachowania, co wpływa na zdolności nawigacyjne i procesy uczenia się, zapamiętywanie i kojarzenie,
- zmian zachowań higienicznych w ulu,
- zaburzeń rozwoju,
- zaburzeń funkcjonowania obrony immunologicznej,
- zakłóceń procesów odżywiania,
- zaburzeń węchu,
- zmian w ekspresji genów, np. systemu detoksykacyjnego i wielu innych zaburzeń,
- śmierci.

Aby uniknąć zatrucia pszczół należy:

- zabiegi wykonywać tylko w przypadkach przekroczenia przez organizmy szkodliwe progów ekonomicznej szkodliwości (jeżeli takowe ustalono) i – o ile to możliwe – ograniczać zabiegi do pasów brzeżnych lub miejsc wystąpienia organizmów szkodliwych,
- bezwzględnie przestrzegać zapisy zawarte w etykiecie środka ochrony roślin,
- tam, gdzie są dostępne wyniki badań naukowych, stosować dawki obniżone oraz dawki dzielone w celu ograniczenia chemizacji rolnictwa,
- do wykonania zabiegów w miejscach, gdzie pszczoły mogą mieć pożytek, dobierać środki selektywne, nietoksyczne dla pszczół lub o krótkim okresie prewencji. Wiele kwitnących gatunków chwastów, np. gwiazdnica pospolita, już od wczesnej wiosny,

stanowią pożytek dla pszczoł. Wykonywane w takiej sytuacji zabiegi muszą być traktowane tak jak zabiegi w czasie kwitnienia uprawy,

- zabiegi wykonywać wieczorem, po zakończeniu oblotu uprawy przez pszczoły,
- nie opryskiwać roślin pokrytych spadzią,
- nie wykonywać zabiegów środkami bardzo toksycznymi i toksycznymi dla pszczoł na uprawach, których kwitnienie może mieć miejsce przed zakończeniem okresu prewencji,
- zapobiegać znoszeniu cieczy użytkowej, szczególnie na sąsiednie, kwitnące uprawy, a także miejsca, gdzie zapylacze mogą mieć pożytek, nie wykonywać zabiegów przy zbyt silnym wietrze,
- informować pszczelarzy o wykonywanych zabiegach ochrony roślin,
- nie zanieczyszczać wód, takich jak: rowy melioracyjne, zbiorniki śródpolne i inne środkami ochrony roślin, ponieważ mogą one stanowić źródło wody dla zapylaczy,
- stosować zalecane odległości od pasiek w zależności od stosowanego sprzętu opryskującego,
- przestrzegać przepisów prawnych.

Obok owadów zapylających w agrocenozach żyją także gatunki neutralne gospodarczo, jak również te, które bezpośrednio lub pośrednio pomagają człowiekowi ograniczać zagrożenie ze strony różnych agrofagów. Są to głównie wrogowie naturalni szkodników, ale nie tylko, bo także różne pożyteczne bakterie czy grzyby wpływające na ograniczanie patogenów w glebie lub oddziałujące stymulująco na rośliny. Pola uprawne to miejsca, w których funkcjonują określone łańcuchy troficzne, następuje obieg materii i przepływ energii, dlatego też w jak największym stopniu trzeba dbać o to, aby nie zakłócić tych procesów. Pisząc o gatunkach, które nie są docelowe dla ochrony roślin, trzeba mieć świadomość, że obejmują one makro- i mikroorganizmy zasiedlające zarówno środowisko glebowe, jak i nadziemne, stąd też mogą być narażone na działanie stosowanych pestycydów należących do różnych grup.

W tabeli 1. podano przykładowe organizmy pożyteczne występujące w agrocenozach, które mogą ograniczać niektóre szkodniki roślin uprawnych, a których ochrona przed negatywnym wpływem środków ochrony roślin jest kluczowa. Stanowią one element tzw. naturalnego oporu środowiska. W tabeli tej pominięto jednak m.in. ptaki, płazy (np. ropuchy, żaby), gady (jaszczurki, padalce, węże), ptaki drapieżne (od tych owadożernych po duże drapieżniki polujące na ssaki) oraz ssaki (np. jeże, ryjówki, lisy), które także mogą być bezpośrednio lub pośrednio narażone na stosowane pestycydy. Trzeba pamiętać, że szkodniki potraktowane pestycydami, nawet gdy zginą, mogą być zjadane przez inne organizmy, zatem użyte do ich zwalczania substancje czynne mogą przenosić się na kolejne piętra łańcuchów troficznych.

Tabela 1. Przykłady grup organizmów pożytecznych występujących w agrocenozach i mogących ograniczać populacje szkodników (opracowanie własne)

Grupa	Gromada/Rodzina/ Gatunek	Oddziaływanie
Pierwotniaki owadobójcze	wiciowce, korzenionózki, gregaryny, schizogregaryny, mikrosporydia, haplosporydia, kokcydia i orzęski	mogą ograniczać liczebność m.in. szkodników z rzędów motyli i chrząszczy. Po wnikięciu do ciała owadów mogą uszkadzać jelita, ciało tłuszczowe, gonady, układ nerwowy i wiele innych narządów. Mogą prowadzić do śmierci szkodników, ale najczęściej są odpowiedzialne za ogólne osłabienie organizmu, a to ma później wpływ m.in. na spadek intensywności żerowania i obniżoną płodność
Bakterie owadobójcze	Bacillaceae, Enterobacteriaceae, Micrococcaceae, Pseudomonadaceae (np. <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Micrococcus nigrofasciens</i> , <i>Pseudomonas chlororaphis</i> itd.)	niemal we wszystkich rzędach i rodzinach bakterii można znaleźć takie, które porażają owady-szkodniki. Jedną z najbardziej znanych bakterii w ochronie roślin jest <i>Bacillus thuringiensis</i> . Bakteria ta wytwarza przetrwalniki oraz kryształki romboidalnego kształtu (tzw. kryształki Cry), które są toksyczne dla niektórych owadów. Kiedy dostaną się do ich przewodu pokarmowego, następuje perforacja jelit. Owad przestaje żerować, doznaje ogólnego paraliżu ciała i po pewnym czasie ginie
Wirusy owadobójcze	m.in. bakulowirusy (Baculoviridae), np. poliedroza jądrowa, wirusy granulozy	wtręty wirusowe najczęściej owad zjada wraz z pokarmem. W ciele owada wirus się namnaża i rozprzestrzenia m.in. do hemolimfy, tchawek i ciała tłuszczowego. Zazwyczaj objawami porażenia wirusem jest ograniczona ruchliwość, brak apetytu, białenie ciała, a w konsekwencji śmierć owada, w tym często rozlanie się zawartości ciała, w którym są wtręty wirusa zdolne do zakażenia kolejnych owadów
Grzyby owadobójcze	owadomorki, workowce i strzępczaki	grzyby najczęściej infekują żywicieli za pośrednictwem swoich zarodników. Owadomorki porażają zazwyczaj mszyce, pluskwiaki, gąsienice różnych motyli (np. rolnic), chrząszcze, muchówki, przędziorki i wiele innych. Wśród workowców i strzępczaków najbardziej znanymi dla praktyki rolniczej grzybami są: <i>Beauveria bassiana</i> oraz <i>Metarhizium anisopliae</i> . W uprawach kukurydzy szczególnie ważny jest pojaw <i>B. bassiana</i> , która może porażać m.in. szkodniki glebowe, omacnicę prosowiankę i stonkę kukurydzianą. Grzyby żywią się ciałem żywiciela. Owady po infekcji żyją, lecz wraz z rozrastaniem się w ich wnętrzu patogenu, zaczynają tracić aktywność i w końcu nieruchomieją i zamierają. Ich ciało zwykle pokrywa się grzybnia

Grupa	Gromada/Rodzina/ Gatunek	Oddziaływanie
Organizmy drapieżne	biegaczowate, kusakowate, trzyszczowate, gnilikowate, omomiłkowate, biedronkowate, pająki sieciowe, pająki wolno biegające, kosarze, złotookowate, bzygowate, zajadkowate, zażartkowate, dziubalkowate, pryszczarkowate, skorki	wśród drapieżników szkodniki atakują albo larwy, albo dorosłe osobniki, albo jedno i drugie. Na przykład biegaczowate odżywiają się m.in. jajami, poczwarkami i larwami wielu gatunków motyli, chrząszczy, błonkówek. Kusaki są wielożerne i atakują m.in. larwy wielu chrząszczy, motyli, błonkówek. Chętnie żerują w koloniach mszyc. Pająki są drapieżnikami niewyspecjalizowanymi, polującymi głównie na owady. Kosarze są wielożerne. Zjadają mniejsze owady, np. mszyce, a także jaja i larwy wielu owadów. Polują także na pająki i inne kosarze. Biedronkowate żywią się głównie mszycami. Atakują także inne szkodniki, np. roztocza (przędziorek chmielowiec), larwy muchówek i chrząszczy, a także młode gąsienice motyli. Złotookowate obok mszyc, odżywiają się także m.in. roztoczami, jajami wielu szkodliwych owadów, a także młodymi gąsienicami motyli. Mszyce to również bardzo atrakcyjny pokarm dla bzygowatych, których larwy polują także na wciornastki, skorki i młode gąsienice motyli. Pluskwiaki zajadkowate, zażartkowate i dziubalkowate mogą wysysać soki z ciał mszyc, gąsienic, larw chrząszczy, skoczkwatych oraz różnych jaj owadów. Skorki są wielożerne. Zazwyczaj najłatwiej można je spotkać w koloniach mszyc. Chętnie zjadają jaja i młode gąsienice motyli, a także larwy muchówek. Muchówki z rodziny pryszczarkowatych, np. pryszczarek mszycojad, atakują mszyce
Organizmy pasożytnicze	nicienie owadobójcze m.in. z rodzajów <i>Steinernema</i> oraz <i>Heterorhabditis</i> ; błonkówki z rodzin mszycarzowatych, kruszynkowatych, męczelkowatych, gąsieniczkowatych i błeszkowatych; muchówki z rodziny rączykowatych	nicienie z rodzajów <i>Steinernema</i> oraz <i>Heterorhabditis</i> atakują bytujące w glebie pędraki, larwy wielu chrząszczy, muchówek i błonkówek. Larwy infekcyjne wnikają do ciała owada przez naturalne otwory w warunkach wysokiej wilgotności. W przewodzie pokarmowym uwalniają bakterie symbiotyczne, które szybko się rozmnażają, a następnie uśmiercają owada, dzięki czemu nicienie mają zapewnione dobre warunki do rozwoju. Larwy mszycarzowatych wyjadają ciała mszyc od wewnątrz. Kruszynkowate są pasożytami jaj owadów, w tym motyli. Ich larwy zjadają treść jaja żywiciela, dlatego nie dochodzi do wylęgu. Rączykowate składają jaja do ciał larw/gąsienic owadów, a wylęgłe z nich larwy wyjadają je od wnętrza, przez co szkodnik po pewnym czasie ginie

Mając na uwadze obowiązek prowadzenia ochrony upraw zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin, przeprowadzając zabiegi chemicznej ochrony roślin należy dobierać środki ochrony roślin w taki sposób, aby minimalizować negatywny wpływ zabiegów na organizmy niebędące ich celem. Bardziej efektywne wykorzystanie gatunków pożytecznych można uzyskać poprzez podejmowanie licznych działań, do których należą m.in.:

- racjonalne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin i oparcie decyzji na ocenianym na bieżąco realnym zagrożeniu uprawy ze strony agrofagów. Należy tu uwzględnić odstępowanie od zabiegów, jeżeli pojaw agrofagów nie jest duży – może inne, niechemiczne metody pozwolą skutecznie ograniczyć ich populację,
- na podstawie wykonywanego monitoringu uwzględnienie możliwości ograniczenia powierzchni zabiegów do pasów brzegowych lub punktowych, jeżeli agrofag nie występuje na całej plantacji,
- tam, gdzie jest to możliwe, zastosowanie dawek obniżonych środka (na własną odpowiedzialność, jeżeli chodzi o skuteczność ich działania na danego agrofaga). Warto także rozważyć stosowanie skutecznych adiuwantów, które mogą nie tylko ograniczać ilość substancji wnoszonych na uprawy, ale także poprawiają skuteczność samego zabiegu,
- jeżeli jest taka możliwość, rozważenie przeprowadzenia zabiegów mechaniczno-chemicznych (chwasty) lub biologiczno-chemicznych (patogeny, szkodniki), polegających na zastąpieniu przynajmniej jednego zabiegu chemicznego równie skutecznym działaniem niechemicznym, co ogranicza ilość substancji czynnych wnoszonych do środowiska,
- unikanie stosowania zoocydów o szerokim spektrum działania i zastąpienie ich środkami selektywnymi bądź biologicznymi, jeżeli takowe są dostępne,
- przeprowadzanie zabiegu w odpowiednim terminie, tak aby nie powodować wysokiej śmiertelności owadów pożytecznych,
- ograniczanie wykonywania niektórych zabiegów ochronnych, mając na uwadze ochronę wrogów naturalnych agrofagów,
- pozostawienie miedz, remiz śródpolnych jako miejsca bytowania wielu gatunków organizmów pożytecznych;
- stawianie tyczek spoczynkowych dla ptaków drapieżnych,
- tam, gdzie to możliwe, budowanie lub przywracanie miejsc ostojoyowych dla gatunków pożytecznych i neutralnych gospodarczo,
- pamiętanie o tym, że sąsiedztwo lasów jest schronieniem dla pożytecznych owadów i mikroorganizmów (np. grzybów owadobójczych),
- wysiewanie roślin miododajnych oraz tworzenie pasów kwiatnych w uprawach,
- dokładne zapoznanie się z treścią etykiety dołączonej do każdego środka ochrony roślin oraz przestrzeganie informacji w niej zawartych.

4. Naturalny opór środowiska – wrogowie szkodników (wybrane przykłady)

Zagadnienie oporu naturalnego środowiska jest bardzo obszerne i złożone, dlatego zostanie mocno uproszczone w niniejszym opracowaniu i odniesione tylko do owadów pożytecznych. Trzeba mieć jednak świadomość, że na populacje szkodliwych gatunków fitofagów (roślinożerców) bardzo duży wpływ mają różne mikroorganizmy zasiedlające środowisko (wirusy, bakterie, grzyby, pierwotniaki), a także makroorganizmy, w tym nicienie, różne pajęczaki, owady pożyteczne, a także przedstawiciele płazów (np. żaby), gadów (jaszczurki, węże, padalce), ptaków (np. bażant, pliszki, sikorki) i ssaków (np. ryjówka, jeź, lis). Wzajemne zależności pomiędzy poszczególnymi gatunkami w ramach łańcuchów troficznych mają tu kolosalne znaczenie i stanowią kluczowy element bioróżnorodności.

Z uwagi na obszerność materiału warto choćby zwrócić uwagę na owady pożyteczne, które zwykle zaliczane są do dwóch grup: owady drapieżne i owady pasożytnicze. Co ciekawe, niektóre gatunki naturalnie występujące w agrocenozach są też hodowane na masową skalę i wykorzystywane w produkcji biopreparatów.

4.1. Owady drapieżne

Nazwa tej grupy wskazuje na charakter zależności zachodzącej pomiędzy drapieżnikiem a jego ofiarą. Na efektywność oddziaływania owadów drapieżnych wpływają m.in.:

- zdolność poszukiwania (odnajdywania) ofiary przez drapieżcę w różnych warunkach jej zagęszczenia,
- wybiórczość w stosunku do różnych stadiów rozwojowych atakowanej ofiary,
- zapotrzebowanie pokarmowe i ilość zjadanego pożywienia,
- rozmieszczenie drapieżcy w stosunku do ofiary,
- synchronizacja sezonowa drapieżcy i ofiary,
- specjalizacja pokarmowa drapieżcy i rola pożywienia dodatkowego,
- współzawodnictwo wewnątrz- i międzygatunkowe,
- wzrost liczebności drapieżcy w stosunku do populacji ofiary,
- liczbowe zależności między drapieżcą a ofiarą.

Biedronkowate (Coccinellidae)

W Polsce opisano 75 gatunków chrząszczy biedronkowatych. W 2006 r. dołączył do tej grupy nowy, inwazyjny gatunek – biedronka azjatycka (*Harmonia axyridis*). Obok biedronki azjatyckiej do najbardziej znanych owadów tego rodzaju należą: biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata*), biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata*), biedronka dziesięciokropka (*Adalia decempunctata*), biedronka pięciokropka (*Coccinella quinquepunctata*) oraz biedronka wrzeciążka (*Propylea quatuordecimpunctata*) (fot. 17–18).



Fot. 17. Biedronka siedmiokropka (fot. Paweł Bereś)



Fot. 18. Biedronka azjatycka – jedno z wielu ubarwień gatunku (fot. Paweł Bereś)

Biedronki mają zwykle jedno lub dwa pokolenia w roku, przy czym wyjątkiem jest biedronka azjatycka, która może rozwinąć nawet do kilku pokoleń. Drapieżne są zarówno chrząszcze, jak i ich larwy. Odżywiają się drobnymi bezkręgowcami roślinożernymi, takimi jak: mszyce, miodówki, czerwce, skoczki, przędziorki, a także młodymi stadiami larwalnymi motyli i innych chrząszczy. Jedna larwa biedronki w ciągu całego swojego rozwoju (ok. 30 dni) może zjeść od około 100 do nawet 2000 mszyc, a chrząszcz zjada dziennie od około 30 do 250 mszyc (fot. 19–20).

W Polsce można również spotkać biedronkę mączniakówkę, zwaną kroszelą (*Psyllobra vigintiduopunctata*), która odżywia się grzybami, zwłaszcza pasożytniczymi, należącymi do workowców, w tym wywołującymi mączniaki na roślinach ozdobnych, warzywnych i owocowych.



Fot. 19. Larwa biedronki siedmiokropki (fot. Paweł Bereś)



Fot. 20. Larwa biedronki azjatyckiej (fot. Paweł Bereś)

Biegaczowate (Carabidae)

Biegaczowate to bez wątpienia jedna z najważniejszych i najliczniejszych rodzin chrząszczy w Polsce, odgrywająca ogromną rolę w przyrodzie. Do rodziny tej obecnie zaliczane są także chrząszcze trzyszczowate (Cicindelinae), które stanowią podrodzinę biegaczowatych.

Biegaczowate bardzo często są określane jako bioindykatory czystości środowiska, ale również służą do monitoringu zmian zachodzących w agrocenozach, choćby pod kątem zabiegów uprawowych gleby i ochroniarskich wykonywanych przez człowieka. W Polsce występuje ponad 500 gatunków o zróżnicowanej wielkości i wyglądzie. Większość

biegaczowatych żyje przez jeden sezon, choć niektóre gatunki, jak np. tęcznik liszkarz (*Calosoma sycophanta*) mogą żyć do 4 lat. Biegaczowate to głównie niewyspecjalizowani drapieżcy, uznawani za potencjalnych wrogów szkodników roślin, mogący przyczyniać się do ograniczania ich liczebności. Część gatunków, w ramach diety uzupełniającej, zjada nasiona chwastów w glebie, zwłaszcza chwastnicy, co pozwala redukować glebowy bank nasion chwastów. Biegaczowate to gatunki zasiedlające głównie powierzchniowe warstwy gleby i ściółkę, a tylko niektóre gatunki wspinają się na rośliny. Zwykle polują w nocy, ale są gatunki o dziennej aktywności. Drapieżne są zarówno larwy przebywające w strefie gleby, jak i postacie dorosłe. W diecie Carabidae stwierdzano drobne bezkręgowce będące często szkodnikami upraw rolniczych i sadowniczych. Na przykład tęcznik liszkarz w ciągu 50 dni swojej aktywności może zniszczyć do 300 dużych gąsienic motyli. Potomstwo tylko jednej samicy tęcznika liszkarza w ciągu roku zjada do 3700 gąsienic motyli. Przedstawiciele niestrudków (*Bembidion*) chętnie polują na jaja śmietek i oprzędzików. Wiosną mogą zjeść od 30 do 60% jaj śmietki kapuścianej. Przykładowe gatunki biegaczowatych stwierdzane w Polsce to m.in.: tęcznik liszkarz, tęcznik mniejszy, biegacz skórzasty, biegacz gajowy, biegacz ogrodowy, biegacz fioletowy, biegacz zielonozłoty, biegacz złoty, biegacz granulowany, żuchwień głowacz, stępień ślimaczarz, szykoń pospolity, skoropędek zielonoplamy, dzier włochaty, drogoń i niestrudek błyszczak (fot. 21–22).

Podrodzina trzyszczowatych, choć bardzo nieliczna, odgrywa także bardzo dużą rolę w ograniczaniu szkodników różnych roślin. Zarówno larwy, jak i dorosłe chrząszcze są drapieżnikami atakującymi larwy wielu szkodników roślin polowych i leśnych, głównie gąsienice motyli oraz larwy błonkówek i chrząszczy. Do najbardziej znanych przedstawicieli tej podrodziny w kraju zalicza się trzyszczka piaskowego i trzyszczka polnego.



Fot. 21. Szykoń pospolity (fot. Paweł Beres)



Fot. 22. Biegaczowate są indykatorami czystości środowiska (fot. Paweł Beres)

Kusakowate (Staphylinidae)

W Polsce do tej pory oznaczono 1326 gatunków kusakowatych. Jest to najliczniejsza rodzina chrząszczy w Polsce. Zasadniczym pokarmem kusakowatych są inne bezkręgowce i dlatego gatunki tej rodziny zalicza się najczęściej do drapieżców. Jednak zdecydowana większość kusakowatych, zwłaszcza tych o małym rozmiarze ciała, np. należących do podrodziny Aleocharinae, odżywia się różnymi szczątkami organicznymi. Bierze zatem udział, podobnie jak i biegaczowate, w obiegu materii i przepływie energii w przyrodzie, w tym w procesach próchnicotwórczych.



Fot. 23. Żarlinek pobrzeżnik (fot. Paweł Beres)

W zależności od wielkości, kusakowate polują na drobne organizmy, np. skoczogonki, jaja różnych owadów, a także larwy i gąsienice większych szkodników, głównie chrząszczy, motyli i błonkówek. Ich larwy pod osłoną nocy mogą wychodzić z gleby i wspinać się na rośliny, na których atakują mszyce. Gatunki kusaków spotykane w Polsce to m.in. kusak cezarek, skorogonek, żarlinek pobrzeżnik i wydłużak (fot. 23).

Omomiłkowate (Cantharidae)

W Polsce występuje od 83 do 100 gatunków omomiłkowatych (fot. 24–25). Większość gatunków to drapieżniki, choć mogą uzupełniać dietę np. pyłkiem kwiatowym, a także chętnie zlizują spadź. Drapieżne są osobniki dorosłe i larwy. Larwy ukryte są w wilgotnej glebie i ściółce, gdzie polują na ślimaki i inne drobne bezkręgowce. Postacie dorosłe polują w szczególności na mszyce, ale nie gardzą też jajami różnych chrząszczy, motyli czy błonkówek. Przedstawicielami omomiłków są m.in. omomiłek szary i zmięk żółty.



Fot. 24. Przedstawiciel omomiłkowatych (fot. Paweł Beres)



Fot. 25. Zmięk żółty to często spotykany omomiłek (fot. Paweł Beres)

Bzygowate (Syrphidae)

W Polsce występuje około 400 gatunków bzygowatych (fot. 26–27). Są to błonkówki, których stadium drapieżnym są beznogie larwy. Bzygowate rozwijają od 1 do 4 pokoleń w roku. Do najczęściej spotykanych gatunków z tej rodziny należą: bzyg prążkowany, bzyg pospolity, bzyg brzęk, kwiatówka zmierzchnicowata, trzmielówka i gnojka trutniowata. Osobniki dorosłe występują licznie, głównie na kwiatach, i odgrywają ważną rolę w zapylaniu roślin. Do składania jaj preferują rośliny silnie opanowane przez mszyce. Jedna samica składa do 400 jaj. Wylęgłe z nich larwy żerują w koloniach mszyc, ale mogą ponadto atakować np. wciornastki, miodówki, skorki i drobne gąsienice. Stwierdzono, że jedna larwa w ciągu 14 dni jest w stanie zniszczyć od 100 do 700 mszyc, choć niekiedy podaje się, że nawet od 200 do 1000 osobników.



Fot. 26. Bzygowate – owad dorosły (fot. Paweł Beres)



Fot. 27. Larwa bzyga w kolonii mszyc – w tle widoczne też jaja biedronek (fot. Paweł Beres)

Pryszczarkowate (Cecidomiidae)

Pryszczarkowate to rodzina z rzędu muchówek, których stadium drapieżnym są beznożne larwy (fot. 28–29). Są to przede wszystkim wrogowie naturalni wielu gatunków mszyc, choć w przypadku ich braku mogą także atakować przędziorki i larwy mączlików. Najbardziej znanym przedstawicielem tej rodziny jest pryszczarek mszycojad (*Aphidoletes aphidimyza*). Samice drapieżnych pryszczarkowatych składają jaja pojedynczo lub w złożach obok mszyc lub na nich. Po wylęgu larwa zwykle atakuje mszycę od strony brzusznej. Wstrzykuje jej szybko działającą substancję paraliżującą, co nie pozwala mszycy uciec. Larwy pryszczarków wysysają zawartość ciała mszyc. Jedna larwa w ciągu około 4 tygodni zabija od kilkunastu do 70 mszyc.



Fot. 28. Larwy pryszczarków w kolonii mszyc (fot. Paweł Beres)



Fot. 29. Ciało mszycy „wysane” przez pryszczarkę mszycojadą (fot. Paweł Beres)

Złotookowate (Chrysopidae)

Złotookowate są reprezentowane przez 27 gatunków należących do 9 rodzajów, z których największe znaczenie mają *Chrysoperla* i *Chrysopa*. Najbardziej znanym gatunkiem jest pospolicie występujący złotook pospolity (*Chrysoperla carnea*), który w ciągu roku rozwija 2–3 pokolenia. Osobniki dorosłe złotooków odżywiają się nektarem i spadzią mszyc, natomiast drapieżnikami są ich larwy będące wysoce efektywnymi wrogami naturalnymi mszyc. Mogą także zjadać jaja różnych owadów (np. stonki ziemniaczanej), przedziorki, młode gąsienice i inne owady. Larwy po wylęgu aktywnie poruszają się po roślinach, poszukując ofiar, które chwytają silnymi żuwaczkami. Są bardzo żarłoczne i mogą zjeść średnio około 400 mszyc (fot. 30–31).



Fot. 30. Złotook pospolity – osobnik dorosły (fot. Paweł Beres)



Fot. 31. Larwa złotoooka polująca na chrząszcza stonki kukurydzianej (fot. Paweł Beres)

Skorki (Dermaptera)

Skorki określane są także mianem cęgoszy bądź szczypawek. W Polsce występuje zaledwie 7 gatunków, z których najbardziej znany jest skorek pospolity (*Forficula auricularia*) (fot. 32).

Skorki zwykle prowadzą ukryty tryb życia, w cieniu. Większość gatunków, w tym skorek pospolity, jest wielożerna. Skorki są wrogami naturalnymi mszyc, ale oprócz nich mogą zjadać jaja i larwy różnych owadów, w tym stonki ziemniaczanej i motyli sówkowatych.



Fot. 32. Skorek pospolity (fot. Paweł Bereś)

Ważki (Odonata)

W Polsce występują 73 gatunki ważek. W kontekście ograniczania agrofagów większe znaczenie mają formy dorosłe niż larwy zasiedlające środowisko wodne. Postacie dorosłe swoje ofiary łapią w locie (fot. 33). W zdecydowanej większości przypadków są to gatunki dzienne. Ich łupem padają przedstawiciele muchówek, błonkówek, chrząszczy, motyli, ale także i inne ważki. Swoją ofiarę chwytają za pomocą odnóży w locie, ale zjadają ją dopiero po wylądowaniu na jakiejś powierzchni, np. na pędzie rośliny.



Fot. 33. Ważki polują na swoje ofiary w locie (fot. Paweł Bereś)

Modliszki (Mantidae)

Modliszki od niedawna są wymieniane w literaturze jako gatunki obecne w Polsce i mogące ograniczać różne organizmy szkodliwe. Jedynym przedstawicielem rzędu modliszek w Polsce jest modliszka zwyczajna (*Mantis religiosa*) (fot. 34). Gatunek ten jest stosunkowo rzadki w Europie Centralnej, stąd został umieszczony w Polskiej Czerwonej Księdze Zwierząt w kategorii EN (ang. endangered), a także znalazł się na Czerwonej Liście Zwierząt Ginących i Zagrożonych w Polsce – kategoria CR (ang. critically endangered). Jako owad wielożerny może przyczyniać się do ograniczania różnych organizmów, w tym uznanych za szkodniki.



Fot. 34. Modliszka zwyczajna (fot. Paweł Bereś)

Inne owady drapieżne

Obok wyżej wymienionych drapieżników w agrocenozach występuje szereg innych owadów drapieżnych reprezentujących różne grupy systematyczne. Należą do nich m.in. drapieżne pluskwiaki zaliczane do kilku rodzin: dziubałkowatych (Anthocoridae), tasznikowatych (Miridae), zażartkowatych (Nabidae), zajądkowatych (Reduviidae) oraz tarczówkowatych (Pentatomidae). Żerowanie pluskwiaków reprezentujących wymienione rodziny jest podobne. Wszystkie są wyposażone w kłująco-ssący aparat gębowy, za pomocą którego wysysają swoje ofiary, zwłaszcza mszyce, przędziorki, wciornastki, mączniki i inne drobne owady (np. młode gąsienice motyli), ale także jaja różnych szkodników. Do drapieżników można też zaliczyć wielbłądkowate i wojsilki polujące na owady.

4.2. Owady pasożytnicze

Podobnie jak w przypadku gatunków drapieżnych, na efektywność tej grupy owadów wpływają następujące czynniki:

- zdolność poszukiwania gospodarza przez samice pasożyta,
- zdolność pomnażania swojej populacji,
- zdolność tolerowania niekorzystnych warunków,
- specjalizacja pokarmowa pasożyta.

Samo znalezienie gospodarza to nie wszystko. Pasożyt musi również zaakceptować gospodarza i dopiero po tym go zasiedla. Ważne jest również to, że im szybciej dany pasożyt może pomnażać swoją populację, tym skuteczniej będzie redukował populację żywiciela. W tym kontekście ważny będzie także większy stosunek samic do samców w populacji gatunku pasożytującego.

Analizując dostępną literaturę na temat wrogów naturalnych szkodników będących pasożytami, należy wskazać, że najwięcej przedstawicieli w tej grupie ma rząd błonkówek (Hymenoptera), ale są w niej również przedstawiciele muchówek (Diptera).

Kruszynkowate (Trichogrammatidae)

Gatunki z rodzaju *Trichogramma* są najpospolitszymi przedstawicielami całej rodziny błonkówek kruszynkowatych i należą do najmniejszych spośród znanych owadów. Są pasożytami jaj różnych owadów, głównie motyli (fot. 35–36). W ogrodach najczęściej w występuje kruszynek zmienny (*T. evanescens*), a w lasach kruszynek leśny (*T. embryophagum*).

Kruszynek pasożytuje jaja żywicieli, składając do ich wnętrza jaja. Wylęgłe larwy niszczą jajo żywiciela, dlatego nie dochodzi do wylęgu szkodnika, a samo jajo zmienia barwę na czarną.



Fot. 35. Błonkówki z rodzaju *Trichogramma* na jajach omacnicy prosowianki (fot. Paweł Beres)



Fot. 36. Spasożytowane złożo jaj omacnicy przez kruszynka zmienia barwę z białej na czarną (fot. Paweł Beres)

Mszycarzowate (Aphidiidae)

Są to wyspecjalizowane błonkówki, które pasożytują w ciałach różnych gatunków mszyc. Mszycarzowate poszukują swoich żywicieli, a następnie samica składa po jednym jajku do ciała mszycy za pomocą pokładełka. Jedna samica może złożyć do 300 jaj. Wewnątrz ciała mszycy rozwija się larwa, która uśmierca żywiciela, tworząc tzw. mumię (fot. 37–38), a po przepoczwarczeniu się błonkówka wygryza otwór w martwym ciele mszycy i wylatuje w poszukiwaniu kolejnej.



Fot. 37. Mumia mszycy – efekt spasożytoowania przez mszycarzowate (fot. Paweł Beres)



Fot. 38. Widoczny otwór w mumii mszycy, przez który wyleciał pasożyt wewnętrzny – błonkówka z rodziny mszycarzowatych (fot. Paweł Bereś)

Męszelkowate (Braconidae)

Przedstawicielem tej rodziny jest m.in. barylkarz bieliniak (*Apantheles glomeratus*), który jest wrogiem naturalnym bielinka kapustnika. Występuje naturalnie w agrocenozach, gdzie samica składa 15–50 jaj do ciała gąsienicy, z których rozwijają się larwy będące pa-



Fot. 39. Przedstawiciel męszelkowatych składa jajo na ciele gąsienicy omacnicy prosowianki (fot. Paweł Bereś)



Fot. 40. Larwy męczelkowatych jako pasożyty zewnętrzne na ciele omacnicy prosowianki (fot. Paweł Bereś)

sożytami wewnętrznymi. Gąsienica bielinka, pomimo tego że wewnątrz niej żerują larwy parazytoidea, cały czas żyje, a ginie dopiero tuż przed przepoczwarczeniem, gdy jej ciało opuszczają larwy barylkarza, które gromadzą się obok. Męczelkowate są wrogami naturalnymi różnych szkodników (fot. 39–40).

Gąsienicznikowate (Ichneumonidae)

Do często spotykanych przedstawicieli gąsienicznikowatych należy błonkówka *Diadegma fenestrale*, która jest pasożytem tantnisia krzyżowiaczka, znanego szkodnika m.in. rzepaku i kapust. W niektóre lata jest w stanie zniszczyć do 80% gąsienic. Samice tego parazytoidea składają jaja do ciała starszych gąsienic tantnisia, te żerują wewnątrz, ale szkodnik nie ginie aż do czasu rozpoczęcia przepoczwarczania się. Gąsienica wówczas zamiera, a w utworzonym kokonie pojawiają się kokony pasożyta. Gąsienicznikowate (a dokładnie gatunek *Eriborus terebrans*) sporadycznie wykrywano również w ciałach gąsienic omacnicy prosowianki na kukurydzy (fot. 41–42).



Fot. 41. Przedstawiciel gąsienicznikowatych – osobnik dorosły gatunku *Eriborus terebrans* (fot. Paweł Bereś)



Fot. 42. Larwy gąsienicznikowatych (fot. Paweł Bereś)

Rączycowate (Tachinidae)

Rączycowate to muchówki pasożytujące w ciałach różnych owadów, w tym gąsienic motyli, larw błonkówek, chrząszczy, pluskwiaków itd. Dorosłe muchy składają jajo wprost do ciała żywiciela, obok niego albo na roślinę lub do gleby. Larwy wylęgłe na zewnątrz wchodzi do ciała gospodarza, a te, które wylęgły się z jaj złożonych do powłok ciała, od razu znajdują się w miejscu żerowania. Jedne gatunki żerują w ciele żywiciela pojedynczo,

a inne gromadnie. Rączyce, uszkadzając narządy wewnętrzne żywiciela, doprowadzają do jego śmierci. Pasożyt opuszcza wówczas ciało gospodarza i przepoczwarza się obok, albo w innym miejscu, także w glebie. Przedstawicielem tej rodziny, będącym naturalnym wrogiem szkodników, jest *Lydella thompsoni* (fot. 43–44).



Fot. 43. Rączycowate – postać dorosła (fot. Paweł Bereś)



Fot. 44. Bobówka rączycy obok ciała omacnicy prosowianki (fot. Paweł Bereś)

5. Literatura pomocnicza

- Anderson M., Rotheray E.L., Mathews F. 2023 Marvellous moths! pollen deposition rate of bramble (*Rubus fruticosus* L. agg.) is greater at night than day. Plos One 18 (3): DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281810>
- Banaszak J. 2000. A checklist of the bee species (Hymenoptera, Apoidea) of Poland, with remarks on their taxonomy and zoogeography: revised version. Fragmenta Faunistica 43 (14): 135–193.
- Bereś P.K. 2022. Makroorganizmy w ochronie roślin przed szkodnikami – ochrona biologiczna i opór naturalny. s. 16–29. W: „Metody biologiczne w ochronie roślin”. Materiały szkoleniowe. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 33 ss.
- Bereś P.K. 2024a. Biologiczna ochrona upraw rolniczych przed agrofagami. Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Warszawa, 72 ss.
- Bereś P.K. 2024b. Ograniczanie ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin. Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Warszawa, 48 ss.
- Bezpieczne stosowanie środków ochrony roślin. [Online: <https://www.agrofagi.com.pl/104,bezpieczne-stosowanie-srodkow-ochrony-roslin>] [dostęp: 20.11.2025]
- Borański M., Kołtowski Z., Teper D. 2019. Atlas pospolitych gatunków pszczół Polski. Instytut Ogrodnictwa – PIB, Skiernewice, 98 ss.
- Brechbühl R., Kropf C., Bacher S. 2010. Impact of flower-dwelling crab spiders on plant-pollinator mutualisms. Basic and Applied Ecology 11 (1): 76–82.
- Carthew S.M., Goldingay R.L. 1997. Non-flying mammals as pollinators. Trends in Ecology & Evolution 12 (3): 104–108.
- Clearwater R.L., Martin T., Hoppe T. (red.). 2016. Environmental sustainability of Canadian agriculture: Agri-environmental indicator report series. Report #4, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, 155 ss.
- Europejski Trybunał Obrachunkowy. 2020. Zrównoważone stosowanie środków ochrony roślin – ograniczone postępy w zakresie pomiaru i zmniejszania ryzyka. Sprawozdanie Specjalne 05/2020. [Online: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/pesticides-5-2020/pl/>]
- Gacek E., Głazek M., Matyjaszczyk E., Pruszyński G., Pruszyński S., Stobiecki S. 2016. Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin (Pruszyński S., red). Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań, 148 ss.
- Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. PWRiL, Warszawa, 133 ss.
- Hernández-Teixidor D., Díaz-Luis N., Medina F.M., Nogales M. 2020. First record of geckos visiting flowers in the Palearctic Ecozone. Current Zoology 66 (4): 447–448.
- Kalbarczyk K., Domina I. (red.). 2022. Wybrane zagadnienia z zakresu mikrobiologii i innych nauk przyrodniczych. Wydawnictwo Naukowe Tygiel, Lublin, 177 ss.
- Kodeks dobrej praktyki ochrony roślin. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań. [Online: <https://www.agrofagi.com.pl/553,kodeks-dobrej-praktyki-ochrony-roslin>] [dostęp: 20.11.2025]
- Matyjaszczyk E., Tratwal A., Walczak F. 2010. Wybrane zagadnienia ochrony roślin w rolnictwie ekologicznym i integrowanej ochronie roślin. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 103 ss.
- Metcalf R. 1977. Pestycydy i zakres ich stosowania. s. 17–148. W: „Pestycydy w środowisku” (red. R. White-Stevens). PWRiL, Warszawa.
- Mrówczyński M. 2013a. Integrowana ochrona roślin rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony. Tom 1. PWRiL, Poznań, 153 ss.
- Mrówczyński M. 2013b. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Zastosowanie integrowanej ochrony. Tom 2. PWRiL, Poznań, 286 ss.

- Ochrona roślin bezpieczna dla zapylaczy. [Online: <https://www.agrofagi.com.pl/103,ochrona-roslin-bezpieczna-dla-zapylaczy>] [dostęp: 20.11.2025]
- Olszak R., Pruszyński S., Lipa J., Dąbrowski Z. 2000. Rozwój koncepcji i strategii wykorzystania metod i środków ochrony roślin. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 40 (1): 40–50.
- Pruszyński S. (red.). 2016. Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań, 148 ss.
- Pruszyński S. 1988. Rozwój ochrony roślin po II wojnie światowej z uwzględnieniem ochrony środowiska. Degradacja środowiska naturalnego w rolniczej działalności z uwzględnieniem ochrony roślin – mity i fakty. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, s. 7–20.
- Pruszyński S., Bartkowski I., Pruszyński G., 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań, 56 ss.
- Pruszyński S., Wolny S. 2007. Przewodnik dobrej praktyki ochrony roślin. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 80 ss.
- Sánchez-Collazo X.M., Figueroa-Castro D.M., Cruz J.A., Castañeda-Posadas C. 2023. Relative importance of two bat species as pollinators of *Neobuxbaumia tetetzo* (Cactaceae): evidences from morphometric and pollen load analyses. Ecological Research 38 (4): 557–570.
- Suetsugu K. 2019. Slug pollination in *Rohdea japonica*? Testing a one-hundred-year-old hypothesis. Journal of Molluscan Studies 85: 284–285.
- Suter H., Graber C. 1995. Biologiczna ochrona roślin. Wyd. Multico, Warszawa, 96 ss.
- Tomalak M., Sosnowska D. (red.). 2008. Organizmy pożyteczne w środowisku rolniczym. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 95 ss.
- Wiech K. 1997. Pożyteczne owady i inne zwierzęta. Medix Plus, Poznań, 116 ss.
- Żak A. 2016. Środki ochrony roślin a zmiany w środowisku naturalnym i ich wpływ na zdrowie człowieka. Zagadnienia Ekonomiki Rolnej/Problems of Agricultural Economics 346 (1): 155–166.

**prof. dr hab. Paweł Węgorzek,
dr hab. Joanna Zamojska,
dr inż. Daria Dworżańska**

**Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań
Zakład Entomologii i Agrofagów Zwierzęcych
e-mail: j.zamojska@iorpib.poznan.pl**

ZAGROŻENIA ŚRODOWISKOWE POWODOWANE INTENSYWNYM ROLNICTWEM ORAZ STWARZANIE WARUNKÓW SPRZYJAJĄCYCH WYSTĘPOWANIU ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH

Polskie i światowe rolnictwo stoją przed trudnymi do zrealizowania wyzwaniami. Kluczowym celem, w skali globu, jest wyżywienie populacji prawie trzykrotnie większej niż 50 lat temu, przy niemal niezmienionej powierzchni upraw. Obecnie na Ziemi żyje około 8,25 mld ludzi, z czego zaledwie 9% stanowią Europejczycy.

W Polsce – podobnie jak w innych rozwiniętych państwach europejskich, gdzie dominuje rolnictwo intensywne – szczególną uwagę należy zwracać na ochronę środowiska przyrodniczego i bezpieczeństwo żywnościowe ludzi i zwierząt. Polska jest krajem rolniczym i zajmuje bardzo wysoką pozycję pod względem produkcji opartej na uprawie roślin i hodowli zwierząt. Około 60% powierzchni kraju stanowią użytki rolne, z czego około 80% to grunty orne, 13% użytki zielone, a około 7% sady, odłogi i ugory. Od roku 2000 areał zasiewów zmniejszył się o ok. 15%. W porównaniu z najlepiej rozwiniętymi rolniczo państwami Europy, Polska dysponuje gorszymi warunkami przyrodniczymi oraz ekonomiczno-społecznymi dla rozwoju tej gałęzi gospodarki: słabsze gleby (ponad 70% to gleby IV, V i VI kl., 22% III kl., i zaledwie 3,27% to I i II kl.), mniej sprzyjający rolnictwu klimat. Polskie rolnictwo charakteryzuje się znacznym rozdrobnieniem gospodarstw rolnych. Jest ich około 1 350 000, z czego zaledwie 16% ma powierzchnię powyżej 15 ha; średnia krajowa to około 11 ha. Dzięki aktualnej polityce rolnej stopniowo maleje nadmierne rozdrobnienie gospodarstw i liczba osób zatrudnionych w rolnictwie. Mimo rosnącego udziału gospodarstw ekologicznych, długo jeszcze będzie dominował system produkcji oparty na rolnictwie intensywnym, przynoszący z jednej strony większe zyski tak gospodarującym rolnikom, a z drugiej – poważne zagrożenia dla środowiska przyrodniczego.

Intensywna gospodarka rolna i leśna prowadzi do negatywnych zmian w biocenozach, których konsekwencją jest m.in. wymieranie wielu organizmów. W krajobrazie rolniczym Polski coraz częściej spotyka się uprawy na rozległych powierzchniach, co prowadzi do likwidacji zarówno naturalnych przejść między sąsiadującymi biocenozami, jak i siedlisk wielu gatunków zwierząt i roślin. Wprowadzanie przez nowoczesne rolnictwo do uprawy

obcych gatunków roślin (w tym modyfikowanych genetycznie) i postępujące zmiany klimatyczne, pociągają za sobą swoiste zmiany behawioralne u wielu gatunków zwierząt, w tym dużych ssaków. Zmieniają się ich upodobania żerowe, a także procesy rozrodu, na przykład u dzików i jeleniowatych, które stały się głównymi sprawcami szkód łowieckich w uprawach rolniczych w naszym kraju.

Ze środowiskiem przyrodniczym i gospodarką rolniczą ściśle łączy się gospodarka leśna, łowiecka i rybacka, a także pszczelarstwo. Nie zawsze na styku tych gałęzi ludzkiej działalności występuje wspólnota interesów. W niektórych obszarach wzajemne relacje rodzą problemy, a nawet konflikty, które wymagają lepszych niż obecne regulacji prawnych i rozwiązań bazujących na wynikach badań naukowych, a nie na emocjach. To, co łączy najsilniej polskie rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo, to prawny i moralny nakaz dbania o środowisko przyrodnicze, z którego wspomniane dziedziny wspólnie czerpią dobra konieczne do zaspokajania rozmaitych ludzkich potrzeb. Prawo unijne i krajowe, dokładnie – w niektórych sprawach restrykcyjnie – reguluje wzajemne relacje wspomnianych gospodarek, przyjmując za nadrzędny cel produkcję zdrowej żywności, przy zachowaniu jak największej różnorodności biologicznej, a także czystości wód, powietrza i gleby. Unijne normy obowiązują w państwach członkowskich, a ich przyjęcie i dopasowanie do prawa krajowego było i jest warunkiem funkcjonowania wspólnoty państw UE. Przepisy licznych dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady UE zostały włączone do prawa polskiego w formie wielu ustaw i rozporządzeń. Najważniejsze akty to m.in.: ustawa – Prawo ochrony przyrody (określająca cele, zasady i formy ochrony przyrody ożywionej, nieożywionej i krajobrazu), ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku, ustawa o lasach, ustawa – Prawo łowieckie (traktująca łowiectwo jako element ochrony środowiska), ustawa o rybactwie śródlądowym, ustawa o ochronie roślin (regulująca m.in. dopuszczanie środków ochrony roślin i substancji biologicznie czynnych) oraz ustawa o nawozach i nawożeniu.

Stosowanie wymienionych przepisów wymaga od społeczeństwa bardzo dobrej ich znajomości i ogólnej wiedzy przyrodniczej. Często interpretacja aktów prawnych i ich wdrażanie do praktyki są, dla różnych grup społecznych, trudne lub kontrowersyjne, dlatego konieczne jest wsparcie w formie doradztwa: ośrodki doradztwa rolniczego, Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, a także instytuty badawcze i inne jednostki państwowe, prowadzące szkolenia i specjalistyczne strony internetowe.

Transformacja polskiego rolnictwa – obecna i oczekiwana przez społeczeństwo – wymaga podejścia interdyscyplinarnego i systemowego. Intensyfikacja produkcji rolnej, zapoczątkowana w połowie XX wieku, będzie jeszcze długo dominować, niosąc konsekwencje dla środowiska przyrodniczego oraz uwarunkowań ekonomicznych i społecznych polskiej wsi. Trudno się dziwić, że wielu rolników opiera produkcję na tym systemie – jest on najbardziej opłacalny. Na przykład we Francji zbiory pszenicy, po wprowadzeniu intensywnego rolnictwa, kształtowały się następująco: w latach 50. XX wieku średni plon wynosił 1,6 t/ha, po wprowadzeniu chemicznej ochrony i intensywnego nawożenia NPK w latach 70.

– 2,5 t/ha, w latach 80. – 4,9 t/ha, w roku 1995 – 6,6 t/ha, a obecnie – 9–12 t/ha. W Polsce dynamika tych zmian nie była tak spektakularna, niemniej intensyfikacja produkcji rolnej przyczyniła się do dużych wzrostów plonowania wielu roślin rolniczych. Warto jednak przypomnieć, jaka jest cena za ten wzrost produkcji i jakie niesie on zagrożenia dla środowiska przyrodniczego. Jednocześnie należy szukać sposobów ograniczania ryzyka. Należy zwrócić uwagę na powiązanie rolnictwa z bioróżnorodnością, ze szczególnym uwzględnieniem zwierząt łownych, owadów, zwłaszcza pszczoły miodnej i zapylaczy.

Wybrane aspekty zmian środowiskowych spowodowanych intensyfikacją rolnictwa

Różnorodność biologiczna środowiska przyrodniczego można dotyczyć zmienności genetycznej, gatunkowej oraz różnorodności ekosystemów i na tych poziomach należy ją rozpatrywać również w środowisku rolniczym. W naturalnych biocenozach producenci, konsumenci i reducenty żyją we właściwych proporcjach. Stałą dostawę materii i energii dla wszystkich organizmów zapewniają rośliny, natomiast reducenty zapewniają „recycling” prostych substancji mineralnych niezbędnych dla producentów. W określonej biocenozie ważną rolę pełnią wszystkie występujące w niej organizmy, które są w różnym stopniu wzajemnie uzależnione. Specyficznym typem biocenozy jest agrocenoza, w której mamy do czynienia z wielkim uproszczeniem składu gatunkowego organizmów, co w konsekwencji zaburza prawidłowe jej funkcjonowanie i prowadzi do określonych konsekwencji.

Patrząc wstecz na rozwój intensywnego rolnictwa w Polsce, przez dziesiątki lat drugiej połowy XX wieku, w celu pozyskania terenów rolniczych, lokalnie wycinano lasy, drzewa oraz krzewy porastające ciek i polne drogi, likwidowano miedze, zadrzewienia i zakrzewienia śródpolne, zasypywano oczka wodne, osuszano bagna, meliorowano podmokłe łąki i torfowiska. W ten sposób pozbawiono bardzo wielu gatunków zwierząt zarówno miejsc rozwoju, ostojowych, jak i ważnych elementów bazy pokarmowej. Wiele gatunków zwierząt, roślin i grzybów stało się bardzo rzadkimi, wycofało się na nieliczne stanowiska o charakterze reliktowym. Na terenach agroekosystemów, gdzie funkcjonuje rolnictwo intensywne, spośród zagrożonych wyginięciem zwierząt należy wymienić licznych przedstawicieli fauny pożytecznych bezkręgowców, głównie owadów i mikroorganizmów, ale również: zającą, dzikiego królika, kuropatwę, bażanta, a także liczne gatunki ptaków wodnych, owadożernych i drapieżnych.

Rola zapylaczy

W Polsce opisano ok. 30 tys. gatunków owadów. Najliczniejszą grupę stanowią chrząszcze – ok. 6200 gatunków, następnie muchówki i błonkówki – po 6000, motyle – 3200 oraz pluskwiaki – 2000. Wymienione wyżej owady stanowią ok. 75% całej entomofauny krajowej, z czego znaczna część to gatunki zapylające rośliny kwiatowe.



Fot. 45. Poranna rosa stanowi ważne źródło wody dla pszczół (fot. Paweł Węgorek)

Entomofauna zapylająca odgrywa bardzo ważną rolę zarówno w dzikiej przyrodzie, jak i produkcji rolniczej oraz sadowniczej. Tymczasem coraz częściej pojawiają się informacje o wymieraniu owadów zapylających. Zjawisko to stało się przedmiotem badań naukowych, a na całym świecie prowadzi się szeroko zakrojone działania w celu jego wyjaśnienia i zapobiegania dalszym stratom i konsekwencjom tego zjawiska.

Warto zaznaczyć, że, wbrew powszechnej opinii, to nie pszczoła miodna odgrywa najważniejszą rolę w zapylaniu roślin w polskim krajobrazie. Około 50% czynności zapylających wykonują owady należące do rzędu muchówek z rodziny bzygowatych, które odżywiają się nektarem oraz pyłkiem; w Polsce występuje 420 takich gatunków. Oprócz nich

bardzo istotną rolę pełnią dzikie pszczoły, zaliczane do błonkówek, których w Polsce występuje ponad 460 gatunków – głównie samotnic, w tym 31 gatunków trzmieli. Dzikie pszczoły zapylają 20–30% roślin. W procesie zapylania biorą również udział liczne gatunki motyli oraz chrząszczy. Udział pszczoły miodnej w globalnym zapylaniu roślin kwiatowych w całym środowisku przyrodniczym wynosi zaledwie 2–3%. Natomiast w ekosystemach rolniczych i sadowniczych, zwłaszcza w pobliżu pasiek, pszczoły miodne zapylają około 40% kwiatów, dzikie pszczoły – ok. 25%, a pozostałe owady zapylające – ok. 35%. Od funkcjonowania wszystkich tych zapylaczy zależy plonowanie roślin oleistych, pastewnych, strączkowych, a także warzyw i owoców.

Czynniki ryzyka

W opinii społecznej za główne zagrożenie dla owadów, nie tylko zapylających, uznaje się chemiczne środki ochrony roślin, w szczególności insektycydy. Do innych czynników wpływających na zmniejszenie liczebności owadów należą przede wszystkim: utrata siedlisk, globalne ocieplenie oraz inne zmiany środowiskowe, będące skutkiem rozwoju cywilizacyjnego człowieka, takie jak np. urbanizacja, motoryzacja czy zanieczyszczenie światłem. W dużym stopniu za wymieranie zapylaczy obwinia się także intensywne rolnictwo, które jako system produkcji żywności, nadal dominuje zarówno w Polsce, jak i na świecie. Jak wspomniano we wstępie jest ono niezbędne, by wyżywić stale rosnącą populację ludzką, która przekroczyła już 8 mld i wciąż dynamicznie rośnie. Jednym z kluczowych elementów tego modelu jest stosowanie dużych ilości nawozów mineralnych i naturalnych, mechanizacja, intensywna chemiczna ochrona roślin oraz tworzenie i utrzymywanie monokultur. Choć ochrona roślin stanowi nieodzowny element nowoczesnej technologii produkcji żywności, należy pamiętać, że obok niewątpliwych korzyści, niesie ona także zagrożenia dla organizmów żywych, w szczególności dla bioróżnorodności.

Bioróżnorodność entomofauny oznacza genetyczne zróżnicowanie każdego gatunku owada. Aby ją zachować, konieczna jest obecność wielu populacji danego gatunku oraz zapewnienie kontaktu między nimi. W związku z tym po pierwsze istotne jest dbanie o korytarze ekologiczne – obszary umożliwiające przemieszczanie się osobników między populacjami. Kolejnym poziomem bioróżnorodności owadów jest liczba gatunków występujących w ekosystemie, a trzecim – różnorodność samych ekosystemów w krajobrazie. Obecnie zdajemy sobie sprawę, że powszechne stosowanie środków ochrony roślin niesie ryzyko nie tylko dla zdrowia ludzi i zwierząt, ale również powoduje istotne zaburzenia bioróżnorodności we wszystkich ekosystemach: lądowych, wodnych i glebowych. Zakłócenia te prowadzą do szeregu negatywnych skutków wtórnych, takich jak: zmiany w obiegu materii w przyrodzie, wzrost emisji gazów cieplarnianych (CO₂, N₂O, NO₂, NO₃, CH₄), erozja gleb, a przede wszystkim dramatyczny spadek liczebności wielu gatunków owadów, w tym kluczowych dla przyrody owadów zapylających. Badania naukowe z ostatnich lat wykazały, że od lat 80. XX w. biomasa owadów latających zmniejszyła się aż o 75–82%



Fot. 46. Intensywnie użytkowana łąka – bez kwiatów (fot. Paweł Węgorek)

(tzw. *insect decline*). Odnotowano także całkowite wymieranie wielu gatunków tych zwierząt. Udowodniono naukowo, że zmniejszenie liczby owadów i wymieranie gatunków dotyczą nie tylko środowisk rolniczych, lecz także biotopów nieużytkowanych rolniczo. Świadczy to o istnieniu wielu innych, pozarolniczych czynników wpływających na to niepokojące, globalne zjawisko.

Azot w środowisku

Mówiąc o wymieraniu owadów, w pierwszej kolejności nasuwa się negatywny wpływ insektycydów, herbicydów, a także niektórych adiuwantów, szeroko dziś stosowanych w rolnictwie. Każdy zabieg insektycydowy, oprócz eliminacji szkodnika, przeciwko któremu

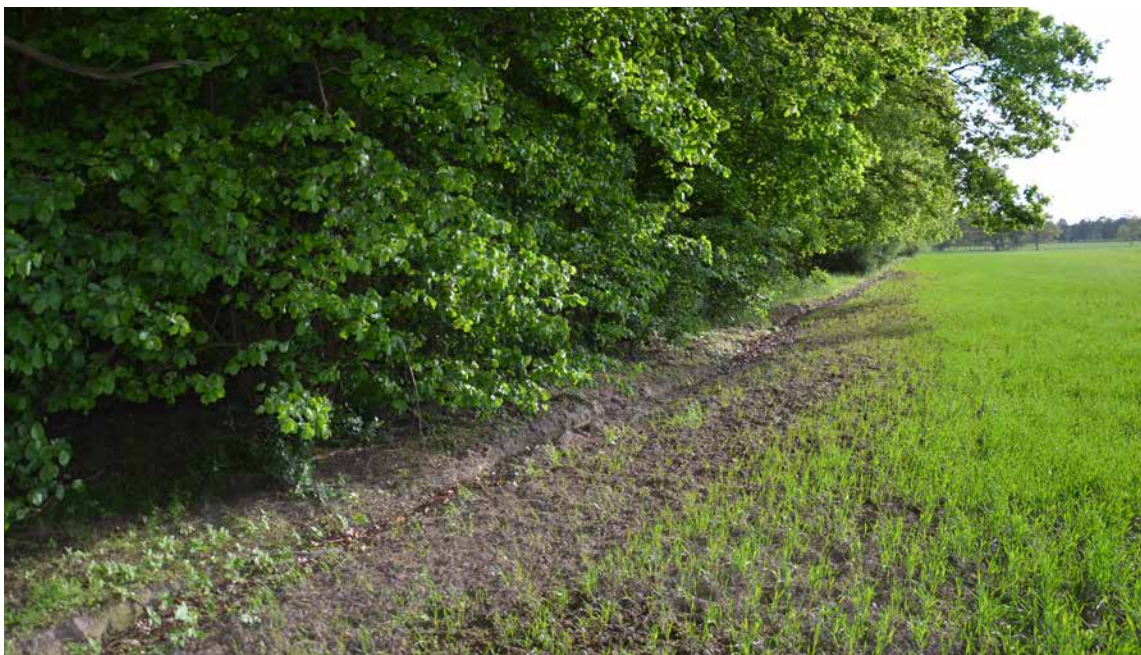
jest skierowany, może powodować śmierć wielu innych gatunków owadów, które w momencie oprysku zasiedlają chronioną uprawę. Z kolei zabiegi herbicydowe eliminują rośliny stanowiące źródło pokarmu dla owadów zapylających (antofilnych). Jednak zagrożenie dla owadów wynikających z intensyfikacji rolnictwa jest znacznie więcej.

Jednym z istotnych czynników związanych nie tylko z rolnictwem jest obecnie występująca nadwyżka azotu we wszystkich, nie tylko rolniczych, ekosystemach. Zjawisko to jest efektem wzmożonego dopływu azotu z atmosfery, spowodowanego działalnością człowieka. W Polsce ilość azotu deponowanego z atmosfery wynosi, w zależności od regionu, od 20 do ponad 40 kg/ha rocznie. W niektórych częściach Europy sięga nawet 80–100 kg/ha rocznie. Źródłami emisji są m.in.: przemysł, elektrownie, transport samochodowy i lotniczy (w wyniku spalania paliw kopalnych), ale również rolnictwo – głównie emisja amoniaku z obornika i gnojowicy, uwalnianie mocznika z saletry amonowej oraz procesy mikrobiologicznej nitrifikacji i denitrifikacji. Przenawożone azotem dziko rosnące rośliny, stają się nieodpowiednim pokarmem dla wielu gatunków owadów. Zawarte w nich azotany i azotyny są szkodliwe dla stadiów larwalnych motyli i innych owadów. Ich nadmiar w pożywieniu powoduje zaburzenia trawienne, prowadzące często do śmierci. Obecnie obserwuje się wyraźne zmniejszenie populacji motyli, takich jak rusałka pawik, rusałka pokrzywnik czy rusałka admirał, których larwy nie są w stanie rozwijać się na przenawożonych azotem pokrzywach. Azotolubny rajgras wyniosły, nadmiernie nawożony azotem, wypiera z użytków zielonych rośliny kwiatowe, a także uniemożliwia zapylającym owadom dotarcie do nisko rosnących ziół w celu zebrania pyłku i nektaru. Dodatkowo, intensywnie nawożone łąki są obecnie koszone wielokrotnie w ciągu sezonu (nawet 6 razy), przy użyciu wysoko wydajnych maszyn z przetrząsaczem. Powoduje to bardzo wysoką śmiertelność owadów przebywających na roślinach. Częste koszenie przyczynia się także do zaniku wielu gatunków dzikich roślin kwiatowych, będących źródłem pożywienia dla zapylaczy. Tak intensywnie użytkowane łąki zamieniają się w tzw. „zielone pustkowia”. Jeśli chodzi o nawożenie, to zagrożenie dla środowiska powstaje przede wszystkim podczas stosowania źle dobranych – zbyt wysokich dawek nawozów mineralnych i naturalnych. W przypadkach „przenawożenia” rośliny nie są w stanie wykorzystać nadmiaru dostarczonych im składników. Składniki niewykorzystane przez rośliny oraz niezatrzymane przez kompleks sorpcyjny gleby lub inne bariery biologiczne, są wymywane do wód powierzchniowych i podziemnych. Brak barier biologicznych w postaci zakrzewień, zadrzewień, a nawet łąk, powoduje, że w małych i większych zbiornikach wodnych bezpośrednio przylegających do pól, a także w wodach płynących przez pola, a więc w oczkach wodnych, kanałach, ciekach śródpolnych, torfowiskach i bagnach, następuje gwałtowne zwiększenie koncentracji związków organicznych i nieorganicznych (węgla organicznego i nieorganicznego, azotu azotanowego i amonowego, fosforanów, krzemionów, jonów wapnia, magnezu i innych). Wzrost zawartości pierwiastków biogennych powoduje zjawisko eutrofizacji i systematyczne zarastanie tych zbiorników, a to zmniejsza

retencję wodną i w konsekwencji prowadzi do przesuszenia terenu i zmian mikroklimatu. Dla środowiska zmiany te mają określone negatywne konsekwencje. Dotyczą one zarówno spadku liczebności ptaków środowisk wodnych i bagiennych, jak i ssaków żyjących w tych biotopach. Jeśli chodzi o duże ssaki, to zachwianie równowagi azotowej poprzez gromadzenie w wodzie pitnej i pokarmie azotanów i azotynów, stanowi dla nich ryzyko zatrucia ostrych lub przewlekłych. Azotany działają drażniąco na śluzówkę przewodu pokarmowego i często, zwłaszcza w zimie, obserwuje się na rzepaku ozimym sarny osłabione i chore na skutek biegunki prowadzącej do odwodnienia organizmu. Azotany ulegają w organizmach zwierząt przemianie do azotynów, a następnie do amoniaku. Do tych reakcji dochodzi w przewodzie pokarmowym, a także w żwaczu jeleniowatych oraz innych organach i tkankach. Objawy przewlekłego zatrucia związkami azotu to, przede wszystkim: zaburzenia rozrodczości na skutek braku apetytu, wycieńczenie, spadek produkcji mleka, zaburzenia płodności, poronienia, niska waga urodzonych koźląt i cieląt, a u dzików często zaburzenia w funkcjonowaniu tarczycy. Związki azotu są szczególnie niebezpieczne dla zwierząt młodych. Rada Europy przyjęła dyrektywę azotanową, w celu zarówno ograniczenia zanieczyszczenia wód azotanami pochodzenia rolniczego, jak i ochrony przed dalszym zanieczyszczeniem. Aby osiągnąć ten cel, państwa członkowskie, w tym Polska, podjęły działania związane z ograniczeniem wpływu na środowisko wodne składowanych i rolniczo wykorzystanych wszelkich związków azotu oraz dotyczących tego pewnych praktyk zagospodarowania gruntów. Aktualnie w skali roku zastosowana dawka nawozu naturalnego nie może zawierać więcej niż 170 kg azotu w czystym składniku na 1 ha rocznie. Nawozy naturalne powstające przy hodowli trzody chlewnej muszą być przechowywane w szczelnych, zamkniętych zbiornikach. Zabrania się stosowania nawozów naturalnych na glebach zalanych wodą, przykrytych śniegiem, czy zamarzniętych oraz nawozów płynnych na glebach bez okrywy roślinnej przy nachyleniu stoku ponad 10%. Nawozy naturalne mogą być stosowane jedynie w okresie od 1 marca do 30 listopada. Poglówne nawożenie nawozami płynnymi jest dozwolone na łąkach i wieloletnich uprawach polowych, gdy poziom wody gruntowej jest poniżej 1,2 m.

Monokultury i mechanizacja

Kolejnym czynnikiem zubażającym środowisko owadów są charakterystyczne dla intensywnego rolnictwa monokultury, czyli wielkoobszarowe pola z jednym gatunkiem rośliny, powstałe na skutek konsolidacji gruntów. Takie tereny pozbawione są: miedz, żywopłotów, zadrzewień, zakrzewień, stref ekotonowych i innych elementów naturalnych w krajobrazie. Podobnie jak intensywnie eksploatowane użytki zielone, są to ekosystemy bardzo ubogie w różnorodność gatunkową owadów. Nawet jeśli między dużymi polami pozostawione są miedze, przeprawa z jednej do drugiej dla owadów glebowych (epigenicznych) takich jak np.: mrówki, chrząszcze biegaczowate, świerszcze, koniki polne czy niektóre biedronki jest często niemożliwa. Dodatkowo, zabiegi agrotechniczne, takie jak: orka, mulczowanie,



Fot. 47. Granica lasu i pola obecnie użytkowana rolniczo ze względu na dopłaty (fot. Paweł Węgorek)

walcowanie i inne, prowadzą do niszczenia gniazd pszczoł samotnic, a także śmierci zimujących owadów i ich larw.

Intensywne rolnictwo wymaga również intensywnej, znacznej zmechanizowanej, technologii upraw rolniczych. Niewątpliwie zmniejsza nakład pracy ludzi i przyczynia się do terminowości wszystkich zabiegów, a w sumie do zwiększenia opłacalności produkcji rolniczej. Obecnie w Polsce mamy około 1,5 mln ciągników rolniczych (jeden na 9 ha upraw), miliony rozmaitych maszyn, które wielokrotnie w sezonie wegetacyjnym wykonują zabiegi uprawowe, związane z siewem, nawożeniem, ochroną roślin, zbiorem itd. Postęp w dziedzinie mechanizacji rolnictwa jest szybki. Niestety niesie za sobą również negatywne skutki dla środowiska. Z punktu widzenia ekologii są one rozmaite (emisje spalin, erozja gleb, zmiany porowatości i struktury gleb itd.). W odniesieniu do zwierząt – zagraża głównie owadom pożytecznym i ptakom związanym z biotopem pól i łąk oraz drobnym ssakom i sarnom. Na przykład zabiegi związane z uprawą łąk i pól zaczynają się wczesną wiosną od włókowania, wałowania lub bronowania i przetrząsania. Często jest to okres zakładania gniazd przez ptaki, takie jak: kuropatwa, przepiórka, derkacz, skowronek, potrzuszc, trznadel czy ortolan. Łatwo sobie wyobrazić, co dzieje się z tymi gniazdami po przejeździe na przykład brony talerzowej. Groźne dla zwierząt są również pokosy, których liczba uzależniona jest od sposobu użytkowania łąk. Często są to dwa, trzy lub cztery zabiegi w terminach od połowy maja, trwające z przerwami około 5–6-tygodniowymi, aż do połowy października. Ofiarami kosiarek padają młode sarny, zające oraz wiele innych gatunków zwierząt – głównie, o czym wspomniano wcześniej, owady. Należy wspomnieć, że zwierzęta, o których mowa, zakładają gniazda i przebywają podobnie jak na łąkach również na uprawach lucerny, prosa czy koniczyzny.

Zmiany w strukturze gatunków łownych

W gospodarce łowieckiej klasycznym bioindykatorem negatywnych zmian krajobrazu rolniczego na skutek intensywnego gospodarowania jest zając szarak, którego liczebność w pierwszej połowie XX wieku wynosiła w Polsce około 5 000 000 i jeszcze na początku lat 80. XX wieku była szacowana na ponad 3 000 000 osobników. Obecnie populacja tego gatunku liczy zaledwie około 400 000, co oznacza spadek o 88%. Przyjrzyjmy się sytuacji tego gatunku w warunkach intensywnej gospodarki rolnej. Zając jest narażony na bezpośrednie (znajdując się w obszarze oprysku) i pośrednie działanie (zubożenie bazy żerowej, pobieranie skażonego pokarmu) stosowanych zabiegów chemicznej ochrony roślin. Stopień narażenia tego gatunku na kontakt z pestycydami wynika ze specyfiki wyboru siedliska i składu jego diety. Zając zasiedla pola uprawne, o ile ich konfiguracja i otoczenie zapewniają mu schronienie przed drapieżnikami i niekorzystnymi warunkami pogodowymi. Żeruje głównie na obrzeżach upraw, gdzie koncentracja środków ochrony roślin jest wyższa w związku z nawrotami wykonywanymi w czasie oprysków. W skład diety zająca wchodzi co najmniej 107 gatunków roślin, w tym 16 gatunków krzaczastych i drzewiastych. Preferencję pokarmową wyznacza poziom zawartości wapnia, fosforu i surowego białka w zjadanych roślinach, zwłaszcza wiosną, co wiąże się bezpośrednio z pierwszym okresem reprodukcyjnym i laktacją samic. Głównym składnikiem diety zające są zboża (pszenica ozima, jęczmień jary). Pszenica ozima stanowi ponad 50% pobieranego pokarmu przez większą część roku. W okresie jesienno-zimowym, znaczną część diety zająca stanowią buraki i dlatego te rośliny wykładane są jako karma zimowa przez myśliwych. W okresie wiosenno-letnim zając pobiera bardzo chętnie różne chwasty, m.in. jasnotę purpurową, gwiazdnicę pospolitą, koniczynę, gorczycę polną czy przytulię właściwą. Gatunki te są wrażliwe na większość stosowanych preparatów chwastobójczych. Herbicydy znacząco przyczyniają się więc do zubożenia diety zająca. Znając preferencje zająca względem siedliska i bazy żerowej, można wnioskować o wysokim narażeniu tego gatunku na środki ochrony roślin. W uprawach, w których przebywa w miejscach żerowania, narażony jest na bezpośrednie oddziaływanie pestycydów. Wiele z nich wykazuje szkodliwe działanie przez skórę czy drogi oddechowe, powodując ogólne osłabienie organizmu. Zaprawianie nasion, opryski upraw, czy stosowanie preparatów doglebowych powodują, że związki te przedostają się do roślin. Stanowią tym samym kolejne zagrożenie dla żerujących na nich zwierząt. Istnieje hipoteza mówiąca, że postępująca intensyfikacja rolnictwa wpływa na spadek rozrodczości zająca. Zwiększająca się powierzchnia pól uprawnych i spadek ilości stref ekotonowych, skutkują zmianą struktury przestrzennej i zmniejszeniem ilości pożywienia, a to z kolei przyczynia się do zaburzeń w rozrodzie.

Innym gatunkiem reagującym podobnie na zmiany środowiska rolniczego jest kuropatwa, której liczebność w Polsce w latach 70. XX wieku wynosiła ponad 3 000 000, a obecnie 350 000, co oznacza spadek liczebności populacji tego gatunku prawie o 90%. Wymienione przykłady gwałtownych zmian populacyjnych są rezultatem rozumowania zmierzającego

do uzyskania pól o dużej powierzchni, ułatwiających prace mechaniczne, a także nawożenie lub opryskiwanie. Jego efektem są coraz częściej występujące, w wielu rejonach Polski, rozległe, monotonne tereny użytkowane rolniczo. Na przykład, w centralnej i południowej części Wielkopolski, uznawanej za najbardziej rozwinięty rolniczo region kraju, lesistość spadła do poziomu kilkunastu procent. Skutki tej krótkowzrocznej „polityki rolnej” obróciły się przeciwko rolnictwu i całemu środowisku przyrodniczemu powiązanemu z rolnictwem, powodując jego silną degradację – głównie poprzez erozję wietrzną, wodną (spadek poziomu wód gruntowych lokalnie o około 2–3 metry), przesuszenie, zanieczyszczenia chemiczne i biologiczne itd.

Intensywne gospodarowanie na terenach rolniczych, prowadzące do zubożenia różnorodności biologicznej na wszystkich poziomach troficznych, powoduje dalsze niekorzystne konsekwencje. Brak tak zwanego „oporu środowiska”, wyrażanego poprzez presję drapieżców i parazytoidów, ograniczających w sposób naturalny liczebność wielu agrofagów, powoduje gradacje różnych gatunków szkodników, na przykład stonki kukurydzianej, omacnicy prosowianki, wielu gatunków szkodników rzepaku, zbóż i innych roślin rolniczych. Na porządku dziennym spotykamy się ze zjawiskiem kompensacji niektórych gatunków chwastów i wzrostem zagrożenia ze strony znanych od dawna i nowych chorób grzybowych. Intensywne rolnictwo powoduje w wielu rejonach Polski również niekorzystne zmiany mikroklimatu. Stwarzanie licznym gatunkom agrofagów warunków do nadmiernego rozwoju, doprowadziło do zwiększenia zużycia chemicznych środków ochrony roślin (ś.o.r.), a to z kolei spowodowało powszechne występowanie zjawiska odporności owadów, chwastów i grzybów na wiele substancji czynnych ś.o.r. Zjawisko odporności prowadzi do nieskuteczności działania wielu substancji czynnych, konieczności powtarzania zabiegów oraz wprowadzania nowych związków chemicznych o innych mechanizmach działania na odporne gatunki agrofagów. Jest dalece prawdopodobne, że takie postępowanie przyczynia się do obserwowanego od początku XXI wieku syndromu ginięcia owadów zapylających, drapieżnych i pasożytniczych w wielu rejonach świata – również w naszym kraju. Wymienione, niektóre, negatywne konsekwencje intensywnego rolnictwa, spowodowały znaczny wzrost kosztów uprawy, nawożenia i ochrony chemicznej, co skutkuje stałym wzrostem cen pól rolnych.

Charakterystyczny dla intensywnego rolnictwa proces scalania pól w wielu rejonach Polski, nadal postępuje i coraz częściej ich powierzchnie przekraczają 10, 50, a nawet 100 ha. Dominują na nich monokultury różnych gatunków roślin, często jest to rzepak ozimy, kukurydza, pszenica i inne zboża. Poza bardzo niewielkim obszarem ekotonu, na takich polach nie ma miejsca dla normalnego rozwoju wielu gatunków zwierząt zarówno owadów, jak i dzikich ssaków i ptaków, np. bażanta czy wcześniej wspomnianych: kuropatwy i zająca. Również lis, kuna, jenot, będące naturalnymi wrogami normnika i innych myszowatych, nie penetrują takich dużych obszarów, co powoduje nadmierny rozwój gryzoni polnych. Pola o dużej powierzchni monokultur stają się natomiast okresowym miejscem

żerowania i przebywania jelenia, daniela, sarny i dzika, które to gatunki powodują na tych uprawach duże szkody. Na terenach, gdzie występują wielkoobszarowe kultury roślin rolniczych, obserwuje się sezonowe migracje wymienionych gatunków zwierząt, przyzwyczajenie się do nowych miejsc ostojoyowych i żerowych, zmiany ich dobowego i rocznego cyklu biologicznego. Poza scalaniem pól, kolejnym przykładem niekorzystnych dla środowiska przyrodniczego zmian w krajobrazie rolniczym, jest przekształcanie po 2004 roku ugorów oraz terenów odłogowanych z powodu wprowadzenia dopłat bezpośrednich do upraw rolniczych. Wielkość powierzchni tych gruntów zmniejszyła się o około 70%. Monokultury na dużych powierzchniach pól, wśród których brak jest roślinności zawierającej niezbędne dla prawidłowego rozwoju elementy diety, występujące zarówno w remizach, jak i strefach ekotonowych, mają więc pośredni wpływ na zwiększenie śmiertelności wielu gatunków drobnych zwierząt poprzez osłabienie immunologiczne. W środowisku wielkoobszarowych monokultur daje się zauważyć charakterystyczne zmiany w zachowaniu wielu ssaków łownych: jelenia, daniela, dzika i sarny.

Przykładem są sarny związane z ekosystemami polnymi, wykazujące w takim środowisku wyraźne różnice w behawiorze i wielkości stad. W porównaniu z typowymi siedliskami leśnymi, sarny na otwartych polach tworzą większe stada, co jest uważane za strategię obronną przeciw drapieżnikom. Średnia wielkość stad saren wzrasta wraz z odległością od granicy leśnej, a zwiększenie rozdrobnienia kompleksów leśnych powoduje zmniejszenie się arealów osobniczych kóz saren. Uboga baza pokarmowa wielkoobszarowych pól powoduje konieczność kompensacji niezbędnych składników diety. Ma to miejsce wówczas, gdy braki żerowe w jednym z ekosystemów, sarny są w stanie zaspokoić w ekosystemie sąsiednim. Powierzchnie pól i mozaika pokarmowa mają więc wpływ na częstotliwość przemieszczania się zwierzyny między nimi. Struktura krajobrazu, rozmieszczenie w niej ostoj i odległości między nimi, decydują więc o przebiegu szlaków migracji zwierzyny. Trasy komunikacyjne, ogrodzone pola i inne przeszkody, przecinające szlaki migracyjne, zmuszają zwierzęta do pokonywania barier często dla niej niebezpiecznych (na przykład drogi szybkiego ruchu). Zachowanie różnorodności nisz ekologicznych w krajobrazie rolniczym jest więc ważne nie tylko na obszarach polnych, które stały się monotonne i ubogie, ale także na obszarach leśnych. Jeżeli całość różnych sposobów użytkowania ziemi opiera się na wykorzystywaniu poszczególnych ekosystemów, a ich mozaika i wzajemne usytuowanie tworzą krajobraz zagospodarowany przez człowieka, to istotne jest, aby w tym wszystkim pozostała przestrzeń dla dzikich roślin i zwierząt.

Szkody łowieckie

Nie jest jeszcze do końca naukowo wyjaśniona przyczyna bardzo dużego zwiększenia się liczebności populacji jelenia, dzika, łosia, daniela, sarny i obecnie wilka oraz bobra w powiązaniu z obserwowanymi przemianami rolnictwa, choć takie powiązanie z pewnością istnieje. Przypomnijmy, że zagęszczenie jelenia w 1929 roku w Polsce wynosiło 1,5 osob-



Fot. 48. Ekstensywnie użytkowana łąka z korzyścią dla zapylaczy (fot. Paweł Węgorek)

nika na 1000 ha powierzchni leśnej, a obecnie wynosi 25,5. Jeśli chodzi o dziki, to w 1929 roku żyły średnio 2 osobniki na 1000 ha lasów, a obecnie w niektórych rejonach żyje ich około 30. Bardzo gwałtowny przyrost populacji dzika zaobserwowano stosunkowo niedawno, bo w latach 2003–2013, kiedy to liczebność tego gatunku wzrosła ze 163 do 283 tysięcy, czyli o 70%! Inne źródła podają obecną liczebność dzika na około 380 tysięcy osobników. Pewnych danych na temat tych zmian dostarczyły badania nad rozrodem i kalendarzem wyproszeń u dzika. W badaniach stwierdzono, że na skutek zmian diety w ostatnich kilkunastu latach, gdzie znacznie zwiększył się udział białka roślinnego, do rozrodu przystępuje około 40% samic w wieku 9–10 miesięcy, które osiągają wówczas wagę blisko 40 kg, o około 10 kg więcej niż pozostałe 60%. Tak więc duże zmiany, które generuje intensywne rolnictwo w krajobrazie przyrodniczym, przyczynia się do znacznego zwiększenia problemu szkód łowieckich. Jak pokazuje powyższy przykład, w powstawaniu szkód łowieckich na wielkoobszarowych i małoobszarowych powierzchniach pól decydującą rolę, oprócz liczebności populacji zwierząt, odgrywa rodzaj dostępnego pokarmu i jego przestrzenne rozmieszczenie w okresie wegetacyjnym. Monokultury upraw rolnych są bardziej dostępne dla roślinożerców niż pokarm rozmieszczony nieregularnie, bowiem zwierzęta nie

tracą czasu i energii na jego poszukiwanie. W zależności od dostępności różnych rodzajów pokarmu, na wielkość szkód wpływ ma również jego skład chemiczny oraz wartość energetyczna, a przede wszystkim strawność, która warunkuje uzyskanie tej energii. Strawność pokarmu roślinnego zależy od proporcji zawartych w nim węglowodanów, białek i tłuszczu. Wiąże się to z gatunkiem rośliny, a także z jej fazą wzrostu i rozwoju. W okresie wegetacyjnym procentowy udział wymienionych składników zmienia się u różnych gatunków roślin znacznie. Inaczej przebiega też proces trawienia u zwierząt monogastycznych, takich jak dzik czy ptaki, a inaczej u poligastycznych przeżuwaczy, do których należą jeleniowate – łoś, jelen, sarna i daniel. Na przykład – strawność nasion zbóż jest pięciokrotnie wyższa dla jeleniowatych niż strawność pędów, drzew i krzewów czy suchej trawy. Tak więc roślinożerca: jelen, daniel, łoś czy sarna może uzyskać z jednego kilograma suchej masy pokarmu następujące ilości energii: 7000 kJ/kg żeru pędowego, 11 000 kJ/kg trawy lub runa leśnego i ponad 14 000 kJ/kg zboża lub ziarna kukurydzy. Różnice są bardzo duże i zrozumiałym jest, że dzikie zwierzęta preferują pokarm wysoko energetyczny i łatwiej strawny. Z badań naukowych wiadomo, że organizmy zwierząt potrzebują dla prawidłowego funkcjonowania bardzo wielu składników odżywczych. Przynajmniej 50 z nich jest im niezbędnie potrzebnych, a nie ma żadnego gatunku rośliny zawierającej w swoim składzie wszystkie potrzebne zwierzętom białka, tłuszcze, węglowodany, witaminy i związki mineralne. Wiele gatunków roślin, w tym zboża, zawiera duże ilości włókna, które jest niestrawne dla zwierząt monogastycznych – dzików, ptaków. W celu poprawienia strawności, ochrony przed infekcjami bakteryjnymi, grzybiczymi, pasożytami, pierwotniakami, a także w celach leczniczych zwierzęta poszukują więc w swoim środowisku odpowiednich składników roślinnych. Ogromną rolę prozdrowotną w ich diecie odgrywają między innymi kwasy organiczne, takie jak: mlekowy, masłowy, jabłkowy, mrówkowy, cytrynowy, benzoowy, propionowy, fosforowy i inne. Zwierzęta łowne odnajdują te związki przede wszystkim w rozmaitych gatunkach roślin, ale także czasem grzybów i zwierząt. Stąd tak ważna jest dbałość o różnorodność gatunkową roślin i zwierząt w krajobrazie rolniczym.

Jak wspomniano, intensywne rolnictwo, wyspecjalizowane w produkcji konkretnych gatunków roślin poprzez zubażanie struktury zasiewów oraz technologię ich produkcji, wpływa negatywnie na funkcjonowanie agroekosystemów. Technologia produkcji opiera się bowiem na konieczności zwiększania mechanizacji, nawożenia i chemicznej ochrony roślin. Wymienione elementy intensywnej technologii produkcji roślin stanowią znane od dawna zagrożenia dla środowiska przyrodniczego, których przykłady zostały wymienione poniżej.

Środki ochrony roślin

Intensywne rolnictwo wymaga również intensywnej ochrony chemicznej przed agrofagami, do których zalicza się głównie grzyby wywołujące choroby roślin, chwasty konkurujące z nimi o światło i związki mineralne oraz szkodliwe owady. Trudno dziś wyobrazić so-

bie uzyskiwanie wysokich plonów bez stosowania syntetycznych środków ochrony roślin. To jedyna grupa związków, które nie występują w przyrodzie naturalnie i są do biocenoz wprowadzane sztucznie przez człowieka. W odróżnieniu od leków, z którymi są spokrewnione, nie trafiają (poza laboratoriami badawczymi) wybiórczo do konkretnych organizmów, lecz są wprowadzane do środowiska w sposób mniej kontrolowany, przenikając do wszystkich jego elementów i wywołując w nich określone skutki. Stosowane współcześnie syntetyczne środki ochrony roślin mają ukierunkowaną aktywność biologiczną, jednak nie są w wystarczającym stopniu selektywne, przez co z pewnością nie są dla środowiska przyrodniczego obojętne.

Najważniejszym składnikiem każdego środka ochrony roślin jest substancja czynna, która, poprzez swoją budowę molekularną, posiada charakterystykę farmakologiczną decydującą o mechanizmie działania na organizm. Właściwości fizykochemiczne tych substancji, takie jak rozpuszczalność w wodzie lub w tłuszczach i rozpuszczalnikach organicznych, napięcie powierzchniowe czy prężność par, decydują natomiast o jej zdolnościach do przenikania do różnych części organizmów, trwałości i kumulowania się w niezmienionej formie lub określonego tempa degradacji i tworzenia charakterystycznych metabolitów. Często metabolity środków ochrony roślin są bardziej toksyczne niż molekula macierzysta.

Według podziału zależnego od celu zastosowania środków ochrony roślin w rolnictwie wyróżnia się: zoocydy – środki zwalczające owady, roztocza, nicienie, gryzonie, ślimaki; herbicydy – do zwalczania chwastów; fungicydy – środki grzybobójcze oraz bakteriocydy – środki bakteriobójcze. Do odstraszenia dużych ssaków i ptaków używa się repelentów, natomiast do przywabiania atraktantów.

Wszystkie środki ochrony roślin podlegają podziałowi ze względu na toksyczność ostrą, która zawsze podawana jest w etykiecie środka. Wyróżnia się środki bardzo toksyczne dla ludzi (bt), toksyczne dla ludzi (t), środki szkodliwe dla ludzi (sz) oraz pozostałe. Inne oznaczenia zawarte w etykiecie każdego środka ochrony roślin informują o działaniu: wybuchowym, utleniającym, łatwo palnym, drażniącym, niebezpiecznym dla środowiska, dla zwierząt stałocieplnych, ryb, innych organizmów wodnych itd. Osobno podawana jest w etykiecie środka toksyczność substancji czynnej dla pszczoły miodnej.

Okres prewencji jest to czas, jaki musi upłynąć od zastosowania środka ochrony roślin, w którym człowiek i zwierzęta nie powinni przebywać w pobliżu miejsc, gdzie stosowano środek ochrony roślin. Przestrzeganie okresu prewencji zapobiega zatruciom przez skórę i drogi oddechowe na skutek obecności toksycznych środków ochrony roślin w powietrzu lub na roślinach.

Okres karencji to z kolei czas, jaki powinien upłynąć od dnia zastosowania środka ochrony roślin do dnia zbioru rośliny lub produktów roślinnych przeznaczonych do konsumpcji. Nieprzestrzeganie tych okresów może powodować zatrucia pokarmowe zwierząt po spożyciu roślin skażonych substancjami szkodliwymi lub toksycznymi.

Jak widać, każdy zabieg z użyciem chemicznego środka ochrony jest brutalnym naruszeniem i tak zachwianej w agrocenozach równowagi biologicznej i czynnikiem degradującym bioróżnorodność. Na przykład, intensywna ochrona rzepaku, który jest przysmakiem zwierząt jeleniowatych oraz dzika, dzikich gęsi i łabędzi, a atakowany jest przez kilkadziesiąt szkodników, liczne chwasty i patogeny, wymaga niekiedy ponad 10 interwencji chemicznych. Niektóre substancje czynne insektycydów używanych w okresie kwitnienia rzepaku są mało selektywne i przyczyniają się do zatrucia pszczoł, a także innych zapylaczy i entomofauny pożytecznej. Liczne herbicydy działają totalnie na wiele gatunków roślin, a mieszaniny ich substancji czynnych działają często synergistycznie. Stwierdzono również zwiększenie toksyczności mieszanin fungicydowo-insektycydowych dla pszczoły miodnej i pszczoł dzikich.

W ostatnich latach znacznie zredukowano liczbę substancji czynnych stosowanych w środkach ochrony roślin w Europie i Polsce. Główną przyczyną opisanych zmian był prowadzony w Unii Europejskiej przegląd substancji czynnych środków ochrony roślin. Zostały wycofane substancje mogące stanowić duże zagrożenie dla ludzi lub środowiska naturalnego. Podczas dokonywania oceny każdej substancji czynnej wycofywano głównie te, których użycie stwarzało niedopuszczalne zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt lub środowiska. W szczególności wówczas, jeśli w oparciu o dane przedłożone przez powiadamiającego, nie można było ocenić potencjalnego zanieczyszczenia wód gruntowych przez ocenianą substancję czynną lub główny produkt jej degradacji. Ponadto, jeśli stwierdzono jakiegokolwiek ryzyko dla konsumenta, jeżeli zostało ono oszacowane na podstawie niewystarczających danych na temat pozostałości w środowisku oraz braku badań na temat ich metabolizmu i degradacji. Również w odniesieniu do ekotoksykologii, o ile nie wykazano, że stosowanie substancji czynnej nie powoduje niedopuszczalnego ryzyka dla kręgowców wodnych lub, że pozostawia wątpliwości co do skutków bioakumulacji substancji czynnej u ryb. Substancje czynne wycofywano, o ile stwierdzono wysoki stopień zagrożenia dla ssaków, dżdżownic oraz stawonogów niebędących przedmiotem zwalczania, a także, gdy zagrożenie dla roślin i makroorganizmów glebowych, niebędących przedmiotem zwalczania, nie zostało przeanalizowane w sposób wystarczający.

Liczba substancji czynnych dopuszczonych do stosowania w rolnictwie zmniejszyła się z 340 w 2003 roku do 260 obecnie. Redukcje te wystąpiły we wszystkich grupach środków ochrony roślin. Z badań naukowych wynika, że współczesne środki ochrony roślin stosowane zgodnie z przepisami, nie stanowią przyczyn ostrych zatrucia wśród dużych ssaków ani nie kumulują się w ich organizmach do niebezpiecznych poziomów. W przeszłości niestety kilka potencjalnie toksycznych i trwałych pestycydów, takich jak DDT, HCH, związki rtęci czy arsenu krążyło w agrocenozach i wszystkich ogniwach łańcucha troficznego, którego końcowym elementem był człowiek. Środki te już dawno zostały wycofane z użycia. Wszelkie regulacje prawne dotyczące sposobu stosowania w Polsce środków ochrony roślin, tak by nie stwarzały zagrożenia dla zdrowia ludzi i zwierząt



Fot. 49. Rusalka admirał. Larwy nie mogą rozwijać się na pokrzywach zawierających azotany i azotyny (fot. Paweł Węgorek)

oraz dla środowiska określa ustawa z dnia 8 marca 2013 roku o środkach ochrony roślin (Dz.U. z 2013 r. poz. 455).

Tak więc obecnie dopuszczone do używania w ochronie roślin środki są dokładniej, niż to było w przeszłości, badane i stale monitorowane. Ich wpływ na gatunki ssaków i ptaków, a także owadów zapylających jest więc raczej pośredni. Stały postęp w dziedzinie ochrony roślin pozwala mieć nadzieję, że ich negatywny wpływ na różnorodność biologiczną będzie ograniczany.

Jeszcze jednym ważnym czynnikiem w ograniczeniu ryzyka płynącego z użycia środków ochrony roślin jest wprowadzenie w Polsce od dnia 1 stycznia 2014 r. obowiązku stosowania zasad integrowanej ochrony roślin. Obowiązek ten dotyczy wszystkich użytkowników środków ochrony roślin. Wynika to z postanowień art. 14 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r.

Inżynieria genetyczna

Ponieważ we wstępie wspomniano o tym, że w Polsce może zaistnieć w przyszłości możliwość uprawiania roślin modyfikowanych genetycznie, kilka słów komentarza. XXI wiek z całą pewnością zapisze się masowością zastosowania technologii genetycznego modyfikowania organizmów z wykorzystaniem metod biotechnologicznych. Organizm genetycznie zmodyfikowany to taki, w którym materiał genetyczny został zmieniony sposobami –

metodami niezachodzącymi naturalnie w przyrodzie. Najczęściej jest to uzupełnianie lub pozbawianie materiału genetycznego rodzimego gatunku rośliny lub zwierzęcia, metodami opracowanymi przez inżynierię genetyczną, w wyniku czego powstaje organizm o zmienionym kodzie genetycznym, odmiennym od materiału wyjściowego. Rośliny GMO, tzw. transgeniczne, znalazły już, w niektórych regionach świata, szerokie zastosowanie, szczególnie w Ameryce Północnej i Południowej. W USA, Argentynie areał upraw roślin transgenicznych bardzo szybko rośnie i obecnie wynosi ok. 210 mln ha.

Najczęściej produkowanymi odmianami transgenicznymi są rośliny odporne na szkodniki roślin, choroby, a także wykazujące tolerancję na herbicydy. Jednak trzeba mieć świadomość, że mimo wielu korzyści, które wynikają z zastosowania biotechnologii i wprowadzania do uprawy odmian roślin GMO, istnieje także znaczny margines ryzyka, który w szczególności wiąże się z zagrożeniami dla środowiska naturalnego. Niestety nie wszystkie zagrożenia są łatwe do zidentyfikowania, a nawet czasem trudne do przewidzenia.

Jakie zatem mogą wystąpić potencjalne niekorzystne działania GMO:

- choroby ludzi, zwierząt, roślin, skłonność do alergii;
- toksyczność zmodyfikowanych roślin i zwierząt;
- możliwość niekontrolowanego rozprzestrzeniania się GMO na obszarach, które miały być wyłączone z ich stosowania (np. rolnictwo ekologiczne);
- niekontrolowany wpływ na populacje roślin i zwierząt w danym środowisku w zakresie różnorodności genetycznej (niebezpieczeństwo wyginięcia rodzimych odmian);
- najistotniejsza jest możliwość zaburzenia równowagi w środowiskach naturalnych, co jest najtrudniejsze do zdiagnozowania i przewidzenia.

Wspieranie bioróżnorodności i jej perspektywy

Czy można zahamować ten niekorzystny trend? Czy niepopularna wśród wielu rolników „Strategia na rzecz bioróżnorodności”, będąca elementem Europejskiego Zielonego Ładu, ma realne szanse powodzenia? Z pewnością wzrasta świadomość ekologiczna społeczności rolniczej. Przestrzeganie zaleceń dotyczących stosowania chemicznych środków ochrony roślin zmniejsza ryzyko zatrucia pszczoł oraz innych pożytecznych owadów. Dzięki temu w ostatnich latach coraz rzadziej dochodzi do przypadków zatruwania rodzin pszczelich. W ramach Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej, dzięki wdrażaniu płatnych instrumentów wsparcia, rolnicy coraz częściej wprowadzają do krajobrazu rolniczego elementy wzbogacające środowisko. Na popularności zyskuje rolnictwo ekologiczne i zrównoważone, oparte na integrowanej ochronie roślin.

Są również konkretne metody mające na celu wzmacnianie bioróżnorodności obszarów uprawowych zarówno na poziomie ekosystemów, gatunków, jak i genów. Należą do nich m.in.:

- pozostawianie pasów nieskoszonych roślin (refugia),
- prowadzenie upraw pasowych,

- stosowanie biologicznych metod ochrony konserwacyjnej,
- zakładanie wieloletnich pasów kwiatnych,
- wdrażanie ekoschematów obszarowych (np. wysiew roślin miododajnych).

Jest realna szansa na zahamowanie groźnego zjawiska, jakim niewątpliwie jest wymieranie owadów. Jednak skuteczność działań w tym zakresie zależy od poziomu świadomości ekologicznej rolników opartej na rzetelnej wiedzy, którą praktyce rolniczej dostarcza nauka.

Wspieranie i wzmacnianie bioróżnorodności wspomaga również tworzenie odpowiedniego krajobrazu dla owadów i zwierząt. Przykładem agrocenoz mniej uproszczonych w porównaniu z polami w krajobrazie rolniczym mogą być remizy, strefy ekotonu, oczka wodne, zakrzewienia i zadrzewienia. Na przykład remizy, czyli drobne wyspy leśne otoczone polami uprawnymi o intensywniej gospodarce rolnej, stanowią ostoje życia dla przedstawicieli flory i fauny. Ze swym wielowarstwowym układem roślinności remizy należą również do najefektywniejszych osłon dla zwierząt wolno żyjących. Dla gatunków zwierząt łownych są przede wszystkim miejscami schronienia, odpoczynku, bezpiecznych urodzeń i wyprowadzania potomstwa, są także miejscem gniazdowania i bezpiecznego migrowania ptaków i owadów. Ponadto stanowią dla nich schronienie w momencie prowadzenia zabiegów agrotechnicznych i szybkich zbiorów plonów. Remizy śródpolne, stanowią również dla nich doskonałą bazę żerową, jednak pod warunkiem, że są właściwie kształtowane. Gatunki w remizach powinny być tak dobrane, aby zapewnić pokarm i osłonę zarówno małym zwierzętom (owady), jak i większym. Dzika grusza, jabłoń płonka i jarząb pospolity rozpoczynają owocowanie stosunkowo wcześnie (jabłoń i jarząb po 6.–7. roku) i praktycznie owocują każdego roku, dając dużym ssakom naturalną karmę, bogatą w mikroelementy, witaminy, kwasy organiczne, węglowodany, białka i tłuszcze. Karma ta, jak wspomniano, oprócz walorów żywieniowych ma właściwości lecznicze, wzmacniając odporność zwierząt na choroby. Wśród drzew, które powinny znaleźć się w remizie, należy wymienić dęby, jałowce, akacje oraz śliwy. Nie powinno zabraknąć takich roślin, jak: dereń, głóg, jeżyna, malina, kruszyna, dzika róża, trzmielina, ligustr pospolity czy szakłak. Niektóre z nich utrzymują długo owoce na pędach, zapewniając zwierzyńnię i ptakom pokarm w okresie jesienno-zimowym. Odpowiednio duże remizy, dobrze zaprojektowane i zaopatrzone w wiele gatunków drzew i krzewów, mogą służyć również jako obszary zgryzowe dla zwierząt. Zadrzewienia wywierają niewątpliwie korzystny wpływ na agrobiocenozy. Intensywne procesy penetracji owadów pożytecznych pasożytów i drapieżców, a także zapylaczy, stwierdzono w ekotonach powstających między zadrzewieniami śródpolnymi a uprawami. Zadrzewienia śródpolne są zatem jednym z najbogatszych w gatunki ostojami zwierząt krajobrazu rolniczego.

Kolejnym przykładem może być ekoton leśno-polny. Dość intensywnie badano przestrzeń, jaką tworzy granica pomiędzy lasem a środowiskiem otwartym, na przykład łąką czy polem uprawnym. Pogranicze sprawia, że istnieją tu szczególnie zmienne warunki

mikroklimatyczne (nasłonecznienia, temperatury, wilgotności) oraz zróżnicowana struktura jakościowa zbiorowisk roślinnych, a także zgrupowań zwierzęcych, co jest wynikiem intensywnej wymiany gatunków między sąsiadującymi biocenozami. Podobnie jak w re-mizach, występujące tu większe zróżnicowanie flory i fauny oraz jej większe zagęszczenie, stwarza dobre warunki pokarmowe dla wielu gatunków zwierząt.

Chcąc zwiększyć różnorodność biologiczną w krajobrazie rolniczym, powinno się dążyć do łączenia małych kompleksów leśnych, nadając im zwarte kształty, co pozwoli prawidłowo budować strefę ekotonową, zasiedlaną zarówno przez gatunki leśne, jak terenów otaczających, a także specyficzne gatunki ekotonowe. Strefy ekotonowe właściwie zaprojektowane i zagospodarowane, o odpowiedniej szerokości, dostosowane do siedliska, powierzchni lasu i jego kształtu, mogą stanowić cenne biotopy dla utrzymania wysokiej różnorodności.

Bardzo ważnym wsparciem dla realizacji celów ochrony przyrody w warunkach produkcji rolniczej w Polsce są programy rolno-środowiskowe, opracowywane i wdrażane na podstawie Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania pomocy finansowej w ramach działania objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich. Trzeba jednoznacznie potwierdzić, że wdrażanie w Polsce programów rolno-środowiskowych wpisuje się w zagadnienia związane z ochroną przyrody i spełnia pozytywną rolę w ochronie środowiska przyrodniczego, głównie na terenach wiejskich, oddziałując równocześnie na połączone z nimi relacjami troficznymi układy ekologiczne leśne, wodne i lądowe. Różnorodność pakietów i ich liczne warianty umożliwiają dopasowanie programów do zróżnicowanej charakterystyki gospodarstw rolnych i agroekosystemów, w których te gospodarstwa funkcjonują, przynosząc lokalnie pozytywne efekty dla zachowania lub odtwarzania różnorodności biologicznej. Zauważono pewne pozytywne efekty ich realizacji, zarówno w obrębie gatunków (zwiększenie różnorodności genetycznej), jak i pomiędzy gatunkami, a także pomiędzy różnorodnymi ekosystemami. Te pierwsze korzystne zmiany stwierdzono na wielu poziomach troficznych, zarówno w badaniach naukowych, jak i w szerokim odczuciu społecznym. Programy rolno-środowiskowe są obowiązkowe dla wszystkich krajów członkowskich Unii Europejskiej i, jak wspomniano, pełnią rolę ochrony przyrody.

Intensywne rolnictwo oparte na technologii używającej dużych ilości środków ochrony roślin, nawozów i sprzętu mechanicznego, doprowadziło do niekorzystnych zmian środowiska przyrodniczego. Najbardziej negatywne zmiany to zubożenie różnorodności biologicznej, zachwianie równowagi biocenoz i destabilizacja gatunkowa na wszystkich poziomach troficznych. W łowiectwie znalazło to odzwierciedlenie w ogromnych zmianach populacyjnych wielu gatunków zwierząt. Zmiany te bezpośrednio dotyczą również rolnictwa poprzez wzrost zagrożenia ze strony agrofagów, wymieranie gatunków pożytecznych, w tym owadów zapylających, a także wzrost szkód powodowanych przez jeleniowate i dzika w wielu gatunkach roślin. W celu ograniczenia tych niekorzystnych zmian, normy

prawne nakładają na rolnictwo ograniczenia i zmuszają do ich przestrzegania. Pomocą w ograniczaniu dalszego postępowania biodegradacji środowiska rolniczego, oprócz norm prawnych, są programy rolno-środowiskowe oraz opracowania naukowe. Opisywane działania mają na celu ochronę naturalnych miejsc bytowania dziko żyjących zwierząt, znajdują dziś aprobatę szerokiej rzeszy ludzi traktujących przyrodę jako dar, który nie tylko można w znacznym stopniu kształtować, ale od którego zależy również byt człowieka. Ustawa o ochronie przyrody z 2004 r. zalicza kępy drzew i krzewów do rejestru użytków ekologicznych, podlegających ochronie z uwagi na możliwość zachowania unikatowych zasobów genowych roślin i zwierząt oraz typów środowisk. Zrozumienie faktu, że gospodarka rolna musi być w przyszłości oparta na rolnictwie zrównoważonym, w którym godzi się wysoką produkcję rolną z zabezpieczeniem ochrony środowisk, jest obecnie nakazem chwili.

Polska ma własne tradycje w ekologicznym podejściu do rolnictwa. Czołową postacią w tym obszarze działań był generał Dezydery Chłapowski – wielki reformator rolnictwa XIX wieku (Chłapowski 1842). Kontynuatorami jego myśli i ekologicznego podejścia do przyrody obszarów wiejskich byli: prof. Zdzisław Wilusz – założyciel Stacji Badawczej w Turwi, prof. Lech Ryszkowski, prof. Jerzy Karg i prof. Krzysztof Kujawa. Ich wieloletnie badania naukowe nad funkcjonowaniem krajobrazu rolniczego i ekologicznymi efektami intensyfikacji produkcji rolnej doprowadziły do stworzenia modelu rolnictwa, w którym niekorzystne efekty może z powodzeniem niwelować sama przyroda. W najkrótszym zarysie model ten sprowadza się do kształtowania rolnictwa opartego na prawidłowościach ekologicznych, w których występuje właściwa proporcja i poprawny, harmonijny pod względem funkcjonowania, układ przestrzenny pól uprawnych, łąk, pastwisk, zbiorników i cieków wodnych oraz trwałych zespołów roślinnych, takich jak lasy i zadrzewienia śródpolne. Pozostałe jeszcze zadrzewienia śródpolne, miedze, cieki i oczka wodne stanowią niezagospodarowane rolniczo składniki krajobrazu rolniczego. Dotychczas rolnik często nazywał je nieużytkami, terenami nieprzydatnymi. Obecnie „światli” rolnicy spoglądają na nie oczami przyrodnika, mając wyrobioną świadomość i wrażliwość ekologiczną. Dla tych rolników nawet małe ekosystemy, odrębne od otaczających je agroekosystemów pól uprawnych, stały się wartościowe jako swoiste wyspy ekologiczne, będące ostoją dla wielu gatunków roślin i zwierząt, mające zdecydowanie pozytywny wpływ na poprawę i utrzymywanie równowagi ekologicznej środowiska, w tym również pól uprawnych.



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

tel. 61 864 90 06, e-mail: sekretariat@iorpib.poznan.pl

www.ior.poznan.pl

ISBN 978-83-978629-0-6