

Rolnictwo i różnorodność biologiczna

Wpływ różnych systemów gospodarowania na różnorodność biologiczną





Bioróżnorodność jest częścią systemu rolnictwa ekologicznego. Jej promowanie jest ważnym elementem produkcji ekologicznej. Dzięki obszarom bioróżnorodności, o niskiej intensywności upraw i praktykom zarządzania dostosowanym do danego miejsca, gospodarstwa ekologiczne zapewniają więcej przestrzeni i zasobów dla zróżnicowanych potrzeb licznych gatunków.

Zwiększone świadczenia ekosystemowe dzięki wyższej różnorodności biologicznej przynosi korzyści rolnikom, umożliwiając im redukcję ilości zabiegów (np. stosowania środków owadobójczych) w systemach uprawy. Grupy funkcjonalne, takie jak: zapylacze, owady pożyteczne i reducenty, czerpią korzyści z tego sposobu gospodarowania.

Różnorodność gatunków jest uzależniona od systemów gospodarowania (np. ekologiczny, konwencjonalny). Różnice te mogą być duże także w bezpośrednim porównaniu poszczególnych upraw: jednoroczne rośliny uprawne, uprawa winorośli i sady czy trwałe użytki zielone mają różny potencjał wspierania różnorodności biologicznej.

Dzięki bogatej różnorodności biologicznej rolnictwo ekologiczne wspiera stabilność i odporność systemów produkcyjnych, co jest bardzo ważne w związku z coraz częściej występującymi zmianami klimatycznymi. W połączeniu ze środkami ochrony przyrody rolnictwo ekologiczne może wykorzystać dodatkowe synergie w celu wspierania różnorodności biologicznej.

Spis treści

Różnorodność biologiczna i rolnictwo	3
Spadek liczby gatunków i rola rolnictwa	4
Większa bioróżnorodność w gospodarstwach ekologicznych	6
Większa różnorodność siedlisk w gospodarstwach ekologicznych	10
Zwiększona wydajność ekosystemu dzięki gospodarowaniu ekologicznemu	11
Wyższa odporność gospodarowania ekologicznego na negatywne wpływy środowiskowe	13
Rolnictwo ekologiczne jako część rozwiązania problemu	13
Zagrożenia związane z intensyfikacją w rolnictwie ekologicznym	14

Różnorodność biologiczna i rolnictwo

Różnorodność biologiczna obejmuje wszystkie formy życia na Ziemi. Oprócz zwierząt i roślin w ocenie różnorodności biologicznej uwzględnia się również bakterie i grzyby. Różnorodność i jakość siedlisk oraz ich powiązania mają istotny wpływ na różnorodność biologiczną.

Różnorodność genetyczna w obrębie populacji ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia ciągłości istnienia gatunku. Tak zwana zmienność genetyczna umożliwia gatunkom dostosowanie się do zmieniających się warunków środowiskowych lub zmian klimatycznych. Jeśli siedliska przyrodnicze danego gatunku są bardzo oddalone od siebie, poszczególne populacje są zagrożone izolacją i utratą wymiany genetycznej. Dlatego dla zachowania różnorodności biologicznej ważne jest, aby siedliska były zachowane i połączone ze sobą. Optymalnie rozmieszczone siedliska przyrodnicze w wystarczającej ilości i jakości zapewniają długofalowo biologiczne możliwości rozwoju wielu gatunków. Potencjał skutecznego wspierania różnorodności biologicznej leży w różnorodności i częstotliwości występowania zróżnicowanych siedlisk w krajobrazie.

Korzyści dla rolnictwa

Różnorodność biologiczna jest ważnym warunkiem zdrowego i naturalnego rozwoju wszystkich żywych organizmów. Bogata różnorodność biologiczna sprzyja optymalnemu funkcjonowaniu procesów naturalnych i wspiera funkcje ekosystemu, które mają ogromne znaczenie dla rolnictwa. Należą do nich, np. naturalna regulacja liczebności szkodników, zapylenie roślin uprawnych i dzikich przez owady oraz tworzenie i rozkład biomasy roślinnej.

Polityka rolna w coraz większym stopniu promuje metody zarządzania, które zachowują różnorodność biologiczną i chronią zasoby naturalne^[1]. Działania agroekologiczne mają na celu uczynienie systemów rolniczych bardziej odpornymi na niekorzystne zmiany i wydajnymi oraz pomagają zminimalizować stosowanie środków ochrony roślin. Może to poprawić naturalne procesy regulacyjne, a tym samym funkcjonalność i trwałość systemów rolniczych.

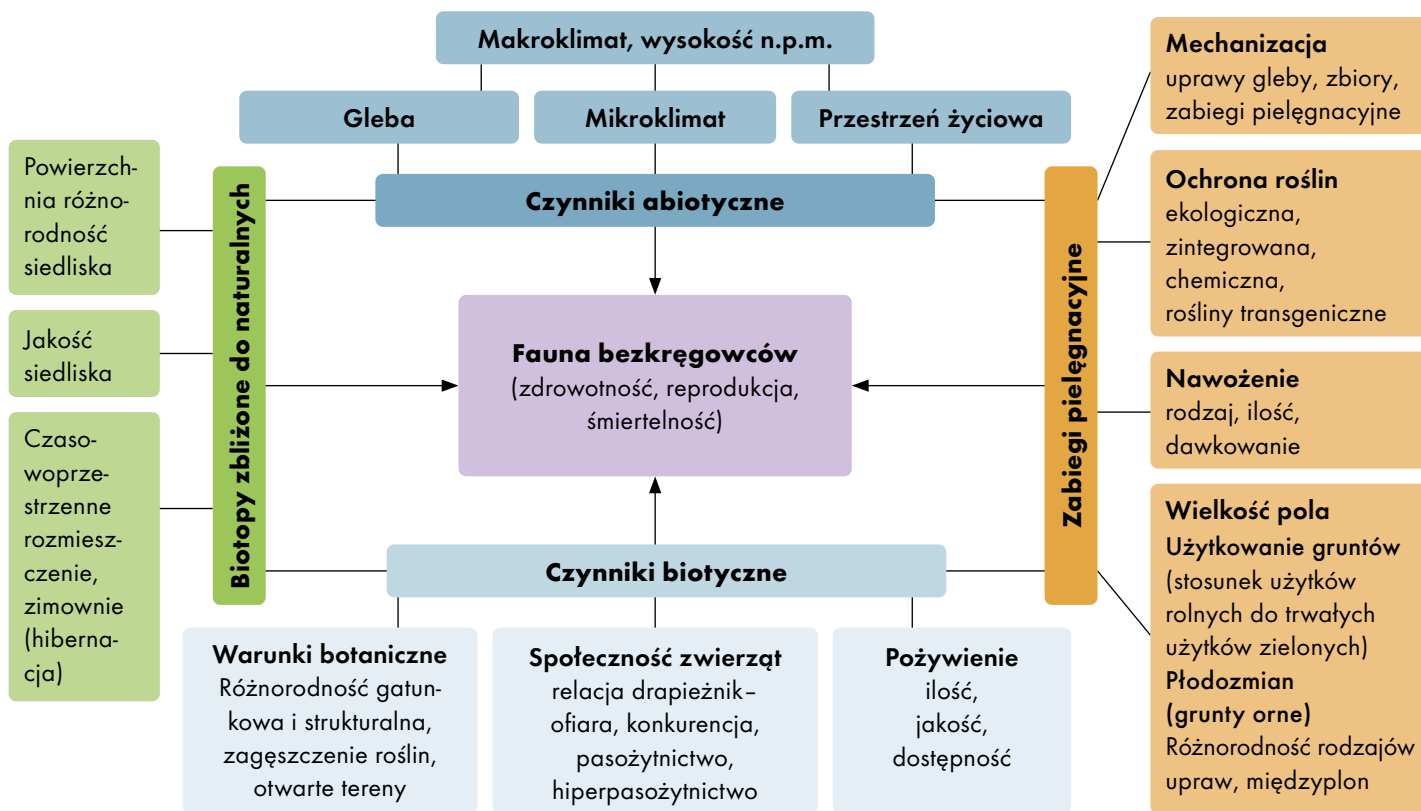
Kluczowe czynniki dla różnorodności biologicznej w rolnictwie

Ogólnie rzecz biorąc, na różnorodność flory i fauny na poziomie lokalnym wpływają zarówno czynniki antropogeniczne (np. rodzaj i intensywność praktyk rolniczych), jak i czynniki nieantropogeniczne (np. warunki środowiskowe, takie jak charakterystyka gleby, wysokość n.p.m. lub mikroklimat). Przenosi się to również na płaszczyznę krajobrazu, gdzie jakość infrastruktury krajobrazowej (np. obszar i różnorodność siedlisk półnaturalnych) jest szczególnie ważna. Czynniki biotyczne, takie jak podaż zasobów pokarmowych oraz różnorodność florystyczna i strukturalna w siedliskach uprawnych i nieuprawnych, wpływają na różnorodność i liczebność organizmów zwierzęcych (Rycina 1).



Obszary zbliżone do naturalnych służą jako miejsce hibernacji i siedlisko dla wielu gatunków. Sieciowa różnorodność obszarów bioróżnorodności i małych struktur promuje bioróżnorodność na wysokim poziomie i stanowi siedlisko dla rzadkich, zagrożonych gatunków.

Rycina 1: Czynniki wpływające na różnorodność biologiczną na przykładzie bezkręgowców



Abiotyczne i biotyczne czynniki siedliskowe silnie kształtują warunki fauny bezkręgowców. Działania antropogeniczne, takie jak środki uprawy rolnej oraz zachowanie i zarządzanie siedliskami bioróżnorodności, dodatkowo wpływają na faunę bezkręgowców^[2].

Spadek liczby gatunków i rola rolnictwa

Intensyfikacja użytkowania gruntów związana z trwającym od dziesięcioleci wzrostem produkcji rolnej zasadniczo zmieniła wpływ rolnictwa na różnorodność biologiczną. Niegdyś bogate strukturalnie tereny uprawne z polami, łąkami, miedzami, winnicami oraz zadrzewieniami i zakrzewieniami śródpolnymi stanowiły cenne siedliska dla wielu gatunków zwierząt i roślin, aż do czasu rewolucji przemysłowej w rolnictwie. Rolnictwo intensywne powoduje masowy spadek różnorodności biologicznej. Główne przyczyny to duże zużycie agrochemikaliów, utrata cennych obszarów półnaturalnych (fragmentacja siedliska), takich jak suche łąki i pastwiska, zadrzewienia śródpolne, tereny zalewowe, sady o wysokim drzewostanie, duża populacja zwierząt czy zmniejszenie różnorodności genetycznej. Zmiany klimatyczne, rozprzestrzenianie się gatunków inwazyjnych, zanieczyszczenie światłem, ale także zmniejszenie użytkowania łąk i pastwisk na terenach górskich

dotychczas pogłębiają ten problem. W rezultacie w ostatnich dziesięcioleciach ogólna populacja owadów uległa znacznemu zmniejszeniu: na przykład w Niemczech w ciągu trzech dekad na 63 obszarach ochrony przyrody otoczonych terenami rolniczymi zaobserwowano 75-procentową redukcję biomasy owadów^[3]. W innych badaniach na terenach trwałych użytków zielonych w ciągu 10 lat stwierdzono spadek biomasy owadów o 67% oraz liczby gatunków o 34%^[4]. Spadek biomasy i gatunków owadów jest szczególnie niekorzystny, ponieważ owady służą jako pokarm dla wielu innych grup zwierząt, np. licznych ptaków, ptaków i nietoperzy. Zmiana w łańcuchu pokarmowym zagrażają więc również wielu gatunkom i ostatecznie wielu ważnym funkcjom w rolnictwie, takim jak np. naturalne zapylanie (efekt kaskadowy). Utrata różnorodności biologicznej w różnych sektorach została również przeanalizowana i udokumentowana dla Szwajcarii^[5,6]. Czerwone listy zagrożonych gatunków

zwierząt i roślin wskazują intensywne rolnictwo jako jedną z głównych przyczyn ich utraty w krajo-
brazie rolniczym. Wiele populacji jest zagrożonych,
ponieważ ich minimalna liczebność jest zbyt mała,
a niezbędna powierzchnia i jakość siedlisk zbyt ni-
ska (brak wymiany genów). Intensywne stosowanie
pestycydów, syntetyczne nawozy azotowe, scala-
nie gruntów, odwadnianie i stosowanie ciężkich
maszyn przyczyniły się w znacznym stopniu do
drastycznego spadku różnorodności biologicznej
i śmiertelności owadów.

Systemy gospodarowania w centrum uwagi

To, czy dany system rolniczy jest intensywny czy
ekstensywny, zależy od dopuszczalnego wyko-
rzystania środków produkcji, struktury gospodar-
stwa oraz mechanizacji i zagospodarowania terenu
(rodzaje upraw, infrastruktura ekologiczna itp.)
w gospodarstwie. Istnieje szeroki zakres różnych
systemów rolniczych, od konwencjonalnych, zin-
tegrowanych («Zintegrowana ochrona przed szko-
dnikami» z agroekologią), wysokonakładowych
systemów rolnictwa ekologicznego do niskonakła-
dowych systemów rolniczych. Wyróżniamy między
innymi biodynamiczne systemy rolnicze, regenera-
tywne lub permakulturowe (Rycina 2). Nawet w ob-
rębie poszczególnych systemów rolniczych wystę-
puje duża zmienność praktyk rolniczych, zwłaszcza
jeśli chodzi o rolnictwo ekologiczne. Począwszy
od holistycznego rolnictwa biodynamicznego z
różnorodnością upraw i zróżnicowanymi obszara-

mi zbliżonymi do naturalnych, aż po intensywną
produkcję ekologiczną (orną) w jednorodnych kra-
jobrazach (np. w południowej Hiszpanii, Europie
Wschodniej). Ponadto istnieje wiele różnych typów
gospodarstw – od wyspecjalizowanych (uprawy
rolne, warzywne, owocowe lub winiarskie) do róż-
nicowanych gospodarstw mieszanych, w których
występują duże różnice w różnorodności biologicz-
nej między obszarami nizinnymi, pagórkowatymi
i górkami.



Pola uprawiane w sposób ekologiczny często są siedliskiem bogatej flory z rzadkimi i zagrożonymi gatunkami roślin.

Rycina 2: Systemy gospodarowania między produktywnością a promowaniem bioróżnorodności

Z poszanowaniem przyrody

Podjęcie holistyczne
Przykłady:
agroleśnictwo, Demeter,
rolnictwo ekologiczne naj-
wyższej jakości (premium)

Ekologiczne

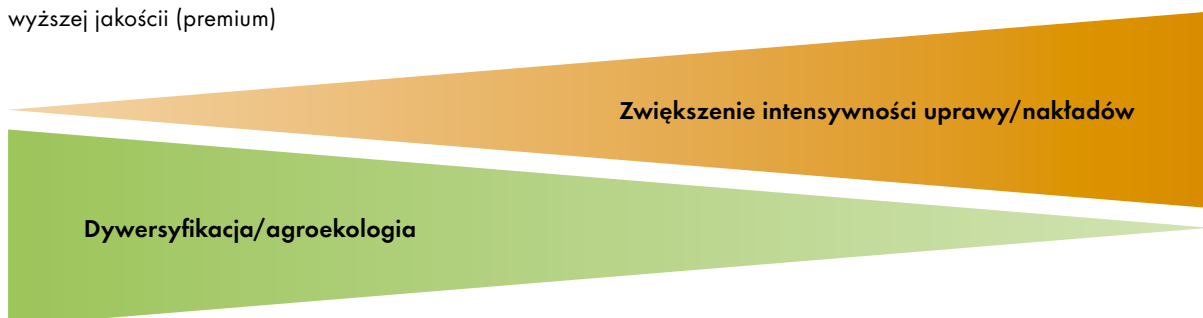
Ekonomicznie optymalne
kompleksowe podejście
Agroekologia
Przykład: Bioland
(system intensywny)

Integrowane

Redukcja pestycydów i
środki agroekologiczne
Przykład: Produkcja
integrowana (IP)

Konwencjonalne

Monokultury na dużą skalę
maksymalizacja plonów
Przykład: zwierzęca
hodowla przemysłowa



Wzrostowi intensywności upraw towarzyszy zwykle spadek zróżnicowania produkcji oraz mniejsza liczba działań na rzecz wspierania i utrzymania zróżnicowanych, półnaturalnych siedlisk.

Większa bioróżnorodność w gospodarstwach ekologicznych

Liczne badania porównawcze dotyczące wpływu konwencjonalnych i ekologicznych systemów uprawy wskazują, że rolnictwo ekologiczne ma korzystniejszy wpływ na florę i faunę zarówno na poszczególnych polach, jak i na poziomie gospodarstwa^[7,8]. Globalne meta-badania wykazały, że na terenach uprawianych ekologicznie występuje średnio o 1/3 więcej gatunków i 50 % więcej osobników^[9]. Stwierdzone różnice są stabilne w ciągu ostatnich 30 lat^[10]. Efekty są różne w zależności od grupy organizmów, a także zmieniają się w zależności od cech krajobrazu, systemu i intensywności uprawy. Największe efekty w prowadzeniu rolnictwa ekologicznego widoczne są przy jednorocznych roślinach uprawnych, a następnie w uprawach specjalistycznych (uprawa winorośli, sady). Najmniejsze efekty wykazano zaś na użytkach zielonych. Ważne grupy, takie jak zapylacze, owady pożyteczne i reducenty są wspierane przez rolnictwo ekologiczne w różnych systemach upraw^[9,10,11] (patrz Tabela 1). Pozytywne efekty są odczuwalne nie tylko na polu uprawnym, ale również na poziomie krajobrazu^[12,13,14].

W związku z tym wspierane są różne grupy zwierząt i roślin. Organizmy glebowe, różne grupy owadów, pająki, ptaki i ssaki w rezultacie zyskują ponadprzeciętne korzyści z rolnictwa ekologicznego, w zależności od systemu gospodarowania (Tabela 1). Z drugiej strony szkodniki mają tendencję do występowania w podobnej liczbie w różnych systemach gospodarowania^[15]. Globalne meta-badanie dotyczące mikroorganizmów potwierdziło, że wskaźniki aktywności biomasy drobnoustrojów są zwiększone średnio o 32–85 % dzięki rolnictwu ekologicznemu^[16].

Badania porównawcze w obszarach górskich nie były dotychczas właściwie prowadzone.

Szanse dla rzadkich i zagrożonych gatunków

Kolejne globalne meta-badanie pokazuje również, że rolnictwo ekologiczne może wspierać rzadkie owady i pająki (liczebność +55 %, różnorodność +27 % w porównaniu z rolnictwem konwencjonalnym)^[17]. Jednak ochrona zagrożonych gatunków wymaga zazwyczaj programów ochrony gatunkowej dostosowanych do indywidualnych potrzeb. Zwykle programy rolno-środowiskowe na terenach uprawnych nie są do tego wystarczające. Niemniej jednak rolnictwo ekologiczne może się do tego w znacznym stopniu przyczynić, zwłaszcza jeśli dostępne

są liczne wartościowe obszary i zbliżone do naturalnych^[18]. Skowronek zwyczajny, typowy gatunek dla otwartego krajobrazu uprawnego, który został silnie wyparty przez intensyfikację rolnictwa, jak również rzadkie obecnie czajki i kuropatwy mogą osiągać większą gęstość zasiedlenia w ramach gospodarki ekologicznej^[19,20]. W gospodarstwach ekologicznych stwierdzono również rzadkie gatunki roślin na polach^[21,22] oraz większą różnorodność i liczebność wymagających gatunków chrząszczy naziemnych w większej różnorodności i zagęszczeniu^[18].

Promowanie grup funkcjonalnych

Zróżnicowane i bogate liczebnie grupy funkcjonalne są ważną podstawą funkcjonowania wielu procesów ekologicznych w systemach uprawowych. Grupy funkcjonalne takie jak zapylacze, owady pożyteczne, destruenci i producenci (różnorodność roślin) są wspierane przez rolnictwo ekologiczne.

Trzy publikacje naukowe o zasięgu globalnym wskazują, że rolnictwo ekologiczne ma pozytywny wpływ na różnorodność i liczebność zapylaczy, owadów pożytecznych, szkodników (tylko liczebność), roślinożerców (tylko różnorodność) oraz roślin w porównaniu z produkcją konwencjonalną^[10,11]. Najbardziej zyskują zagęszczenia zapylaczy (+90 %), owady pożyteczne (+38 %) i rzadkie stawonogi (+55 %) (Tabela 1)^[17].



Podobnie jak inne wyspecjalizowane gatunki dzikich pszczoł, *Hoplitis adunca* zbiera pyłek z jednego gatunku rośliny (*Echium vulgare*)

Tabela 1: Wpływ rolnictwa ekologicznego na różnorodność i liczebność różnych gatunków i grup funkcjonalnych w porównaniu z rolnictwem konwencjonalnym [9,10,16,23,24,25,26]

Grupy	Rodzaj rolnictwa	Częstotliwość	Różnorodność biologiczna
Rośliny	Grunty orne	++	++
	Użytki zielone		+ (=)
	Uprawa winorośli	+	+
Ptaki	Zróżnicowane systemy upraw	+ (=)	+
Ssaki/Nietoperze	Zróżnicowane systemy upraw	+	+
Dżdżownice	Grunty orne	+	=
	Uprawa winorośli	+ (=)	=
Pająki	Grunty orne	+	+
	Uprawa winorośli i sadownictwo	+	+
Chrząższe	Zróżnicowane systemy upraw	= (+)	= (+)
Dzikie pszczoły	Zróżnicowane systemy upraw	+ (=)	+ (=)
Motyle	Zróżnicowane systemy upraw	+	+ (=)
Mikroorganizmy glebowe	Zróżnicowane systemy upraw	+*	
Grzyby mikoryzowe	Grunty orne	+	+
Zapylacze (grupy funkcjonalne)	Zróżnicowane systemy upraw	++	++
Organizmy pożyteczne (gupy funkcjonalne)	Zróżnicowane systemy upraw	+	+
Rozkładowcy (grupy funkcjonalne)	Zróżnicowane systemy upraw	+	+

Pozytywny «+», bez różnicy «=», w kilku przypadkach «()» w porównaniu z systemem konwencjonalnym

*Biomasa w mikroorganizmach

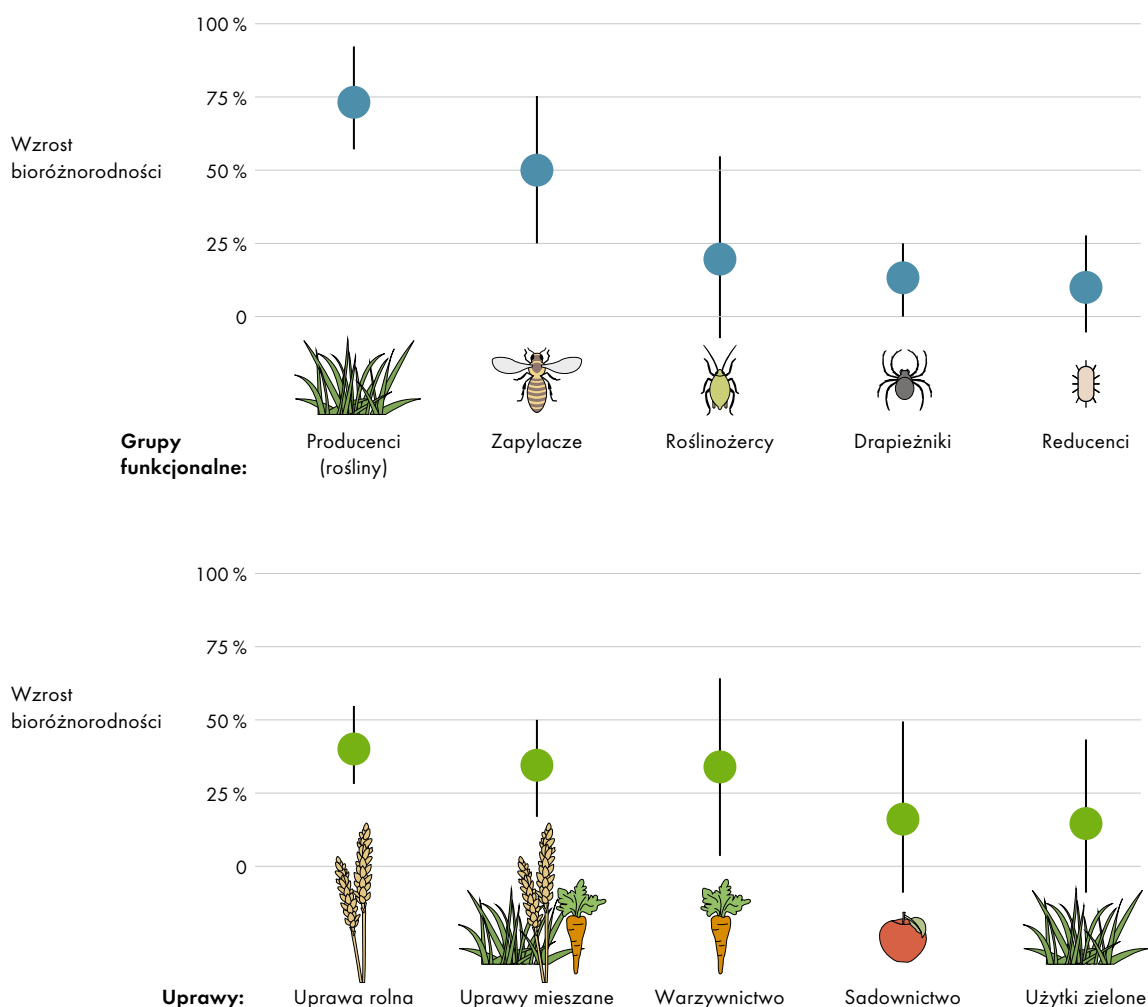


Ptaki gniazdujące na ziemi, takie jak skowronek, mogą przetrwać tylko na obszarach gospodarowanych ekstensywnie.



Rzadkie gatunki, takie jak motyl Czerwończyk dukacik, korzystają z roślinnego bogactwa łąk.

Rycina 3: Względny wzrost bioróżnorodności w gospodarstwach ekologicznych w porównaniu z gospodarstwami konwencjonalnymi



Różnice w bioróżnorodności w gospodarstwach ekologicznych w porównaniu do gospodarstw konwencjonalnych (zmienna ref. = 0) są różne dla wszystkich grup funkcjonalnych (u góry) i systemów upraw (u dołu). Różnorodność gatunkowa roślin jest o około 75% większa w gospodarstwach ekologicznych niż w konwencjonalnych. Według meta-badania trwałe użytki zielone, takie jak łąki i pastwiska, są w sumie tylko o 20% bogatsze w gatunki^[10].

Różnorodność biologiczna w sadownictwie

Sady owocowe to intensywne systemy produkcyjne. Badania przeprowadzone w różnych krajach europejskich wykazują, że bogactwo i różnorodność (+38%) grup owadów pożytecznych są wyższe w sadych prowadzonych ekologicznie niż w integrowanych^[27,28]. Korzystają na tym przede wszystkim drapieżne chrząszcze, pluskwiaki i pająki.

Prowadzi to do zwiększenia naturalnego zwalczania szkodników (mszyc) w ekologicznych sadych jabłoniowych^[29]. Takie pozytywne aspekty mogą zrekompensować część różnic w plonach. Pasy kwiatowe i inne zabiegi w uprawie mają pozytywny wpływ na owady pożyteczne i zwalczanie szkodników^[30]. Nie stwierdzono jednak różnic w naturalnym zapylaniu drzew owocowych.



Jako uprawy wieloletnie, winnice wytwarzają stabilne, bogate gatunkowo ekosystemy, gdy nie stosuje się syntetycznych pestycydów i nawozów sztucznych. Bogata różnorodność roślinna wzbogaca winnicę i czyni teren atrakcyjnym dla wielu zwierząt i organizmów.

Różnorodność biologiczna w winnicach

Winnice mają duży potencjał w zakresie bioróżnorodności. Wpływają na nią różne praktyki rolnicze (uprawa gleby, jej pielęgnacja, ochrona roślin) i cechy agronomiczne (warunki glebowe i klimatyczne, winnice liniowe lub tarasowe). Ze względu na tak dużą heterogeniczność, różnice w stosunku do innych systemów rolniczych są wysokie. Różne badania przeglądowe pokazują, że praktyki ekologiczne w winnicach mają pozytywny wpływ na różnorodność roślin, organizmy glebowe (biomasa mikrobiologiczna, oddychanie), różnorodność bakterii, grzyby glebowe (mikoryza) i dżdżownice. Podobnie korzystają różne grupy stawonogów, takie jak pająki, chrząszcze naziemne, dzikie pszczoły czy mrówki, które wykazują większą liczebność i różnorodność^[23,24,25,31]. Oprócz różnorodności gatunkowej, istotnie zmienia się również skład zbiorowisk zwierząt w winnicach.

Intensywna uprawa roli może zniwelować pozytywne efekty lokalne w winnicach ekologicznych. Występowanie dżdżownic w winnicach gospodarowanych ekologicznie jest podobne do występujących w gospodarstwach konwencjonalnych w warunkach intensywnej uprawy roli^[24].

Innym ważnym gatunkiem owada pożytecznego jest drapieżny roztocz, który jest ważnym antagonistą przedziorków w winnicy. Występują one również

w większej różnorodności i ilości w winnicach ekologicznych. Ich występowanie jest silnie uzależnione od intensywności systemu ochrony roślin.

Na poziomie krajobrazu, różnorodność i zagęszczenie nietoperzy^[32] i ptaków polnych (więcej gatunków owadożernych) może być promowane poprzez ekologiczne gospodarowanie winnicami, nawet w krajobrazach o niskiej różnorodności^[33]. Z kolei w bogatych strukturalnie obszarach uprawy winorośli (np. Toskania) występowanie ptaków polnych nie różni się w przypadku zarządzania ekologicznego, ponieważ wszelkie straty wynikające z gospodarki rolnej są kompensowane przez niemal naturalne biotopy towarzyszące^[34].

Lokalnie skutki dla poszczególnych grup zwierząt i organizmów są ostatecznie silnie uzależnione od intensywności upraw. Głównymi przyczynami zmniejszenia różnorodności biologicznej jest intensywne stosowanie pestycydów i herbicydów, zbyt intensywna uprawa roli oraz brak (trwałej) pokrywy zielonej. Zabiegi agroekologiczne, takie jak trwałe zazielenienie, bogactwo gatunkowe nasion, staranne gospodarowanie glebą lub unikanie herbicydów mogą mieć wpływ na zniwelowanie różnic pomiędzy systemami gospodarowania w różnych grupach organizmów. Ponadto na różnorodność fauny w winnicy istotny wpływ ma udział otaczających ją obszarów półnaturalnych.



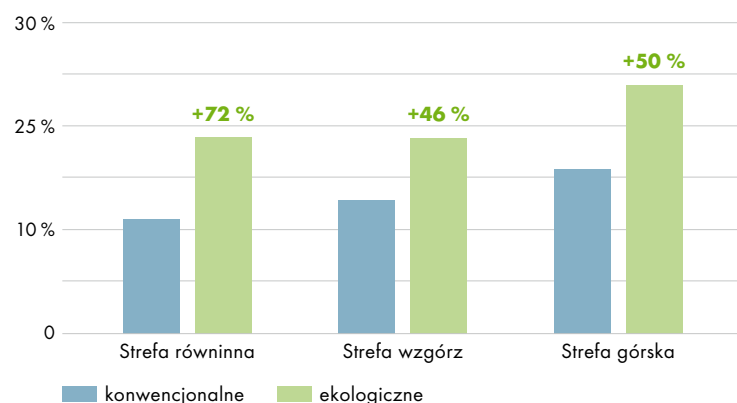
Bogate zasoby obszarów bioróżnorodności, takich jak pasy kwiatowe, są ważne dla przetrwania wielu gatunków. Siedliska zbliżone do naturalnych zapewniają cenne zasoby pokarmowe i bezpieczne miejsca do schronienia, a nawet hibernacji czyli przezimowywania.

Większa różnorodność siedlisk w gospodarstwach ekologicznych

Oprócz intensywności uprawy na terenach rolnych, udział zbiorowisk półnaturalnych jest głównym czynnikiem zachowania różnorodności biologicznej w gospodarstwach rolnych. Zadrzewienia śródpolne, bogate gatunkowo i strukturalnie łąki i pastwiska, pasy dzikich kwiatów, ugory i drobne konstrukcje są niezbędne dla przetrwania wielu gatunków zwierząt jako siedliska i tymczasowe miejsca schronienia oraz hibernacji^[35].

Rycina 4: Udział powierzchni promowania różnorodności biologicznej w gospodarstwach konwencjonalnych i ekologicznych

Udział powierzchni promowania różnorodności biologicznej



Udział powierzchni promowania różnorodności biologicznej jest większy w gospodarstwach ekologicznych niż w konwencjonalnych we wszystkich strefach topograficznych. Największą różnicę wykazują gospodarstwa ekologiczne w intensywnie zarządzanej strefie równinnej^[36].

Badania porównawcze gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych w Szwajcarii^[36], Danii^[37] i Anglii^[38] pokazują, że odsetek siedlisk różnorodności biologicznej w gospodarstwach ekologicznych jest wyższy niż w ich konwencjonalnych odpowiednikach. W wielu przypadkach gospodarstwa ekologiczne charakteryzują się mniejszymi rozmiarami gruntów, większą różnorodnością działek i bardziej zróżnicowanym ich użytkowaniem.^[39] Analiza wszystkich szwajcarskich gospodarstw rolnych wykazała, że gospodarstwa ekologiczne posiadają średnio 22 %, a gospodarstwa nieekologiczne 13 % swoich gruntów produkcyjnych jako siedliska różnorodności biologicznej. Gospodarstwa ekologiczne wdrażają zatem o około dwie trzecie więcej działań na rzecz promocji bioróżnorodności (Rycina 4). Największe różnice dotyczą ekstensywnie i mniej intensywnie użytkowanych łąk, a także zadrzewień śródpolnych i typowych drzew owocowych na równinach i wzgórzach^[36].

Pozytywne skutki na poziomie krajobrazu

Rolnictwo ekologiczne wspiera różnorodność biologiczną nie tylko lokalnie, ale także na poziomie krajobrazu. Pozytywny efekt stwierdzono w uprawach jednorocznych i trwałych dla flory ornej^[40], zapylaczy^[17,41] i różnych grup owadów pożytecznych^[17,13,42]. Ogólnie rzecz biorąc, pozytywne efekty

ekologicznych systemów rolniczych są najbardziej widoczne w krajobrazach o bardziej umiarkowanej strukturze^[22,41,43,44,45,46]. Z kolei w krajobrazach silnie przekształconych, o niskim udziale obszarów z gospodarką ekologiczną i odizolowanych bio-systemach brakuje terenów stanowiących źródło i wymianę różnorodności biologicznej. W rezultacie obszary gospodarowane ekologicznie nie mogą wykorzystać swojego potencjału.

Zwiększona wydajność ekosystemu dzięki gospodarowaniu ekologicznemu

Wysoka różnorodność biologiczna jest ważną podstawą funkcjonowania wielu procesów w równowadze przyrodniczej. Siedliska bogate gatunkowo są bardziej produktywne i lepiej przystosowują się do zmian środowiskowych, takich jak zmiana klimatu. Na przykład bogate gatunkowo łąki w mniejszym stopniu ulegają erozji, są bardziej stabilne w plonach w okresach suchych i mają dłuższy okres wegetacyjny^[48]. Wyższa różnorodność gatunkowa występująca w gospodarstwach ekologicznych jak i większa liczebność populacji niektórych gatunków wpływa pozytywnie na ważne procesy ekologiczne. Badania naukowe wykazały, że rolnictwo ekologiczne może poprawić takie funkcje jak:

Zapylanie^[22,41,45,46]

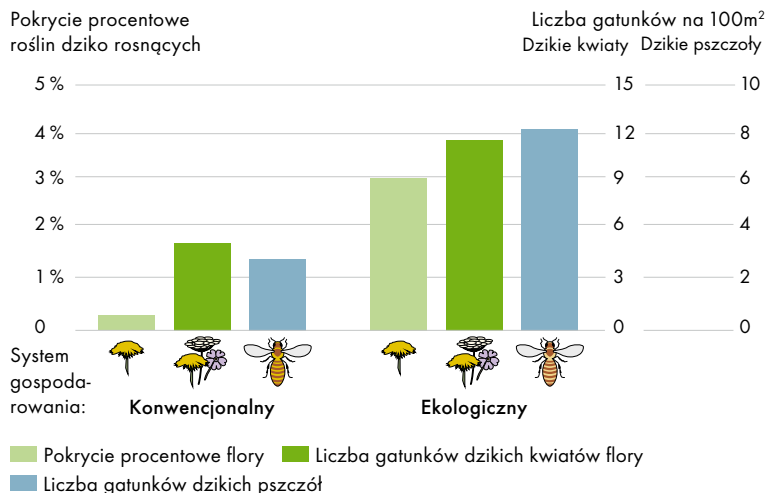
Większe zadarnienie i różnorodność towarzyszącej flory na ekologicznych polach zbożowych sprzyja owadom odwiedzającym kwiaty, takim jak miodne i dzikie pszczoły. Na polach ekologicznych może występować trzykrotnie większa różnorodność gatunkowa i siedmiokrotnie większa liczebność pszczoł w porównaniu z ich konwencjonalnymi odpowiednikami^[46]. Wraz ze wzrostem udziału gruntów ekologicznych w krajobrazie uprawnym, populacje dzikich pszczoł, w tym trzmieli, na otaczających obszarach wykazujących wyższą bioróżnorodność również znacznie wzrastają^[41].

Dzikie pszczoły odgrywają główną rolę w zapylaniu roślin uprawnych i dzikich. Rolnictwo ekologiczne poprawia zapylanie roślin kwitnących nawet na terenach półnaturalnych ze względu na większe zagęszczenie dzikich pszczoł^[22,41]. Może ono również promować różnorodność i liczebność dzikich pszczoł nie tylko na poziomie gospodarstwa, ale także na poziomie krajobrazu^[41]. Wiele badań wykazuje, że rolnictwo ekologiczne sprzyja różnorodności gatunkowej, liczebności osobników i wskaźnikom

Wraz z rosnącym udziałem terenów ekologicznych w krajobrazie, wzrasta również pozytywny wpływ na bioróżnorodność. Rolnictwo ekologiczne może więc odgrywać komplementarną i synergiczną rolę w promowaniu flory i fauny w kontekście programów rolno-środowiskowych^[40,42,47].

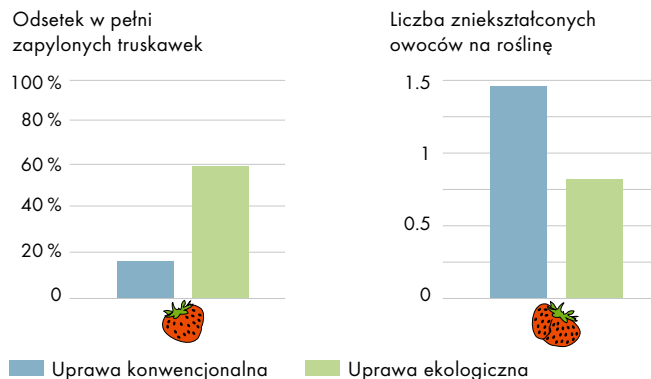
To w jaki sposób rolnictwo ekologiczne na dużą skalę wpływa na różne grupy zwierząt i roślin jest przedmiotem badań.

Rycina 5: Wpływ rolnictwa ekologicznego na bioróżnorodność na gruntach ornych



Ekologiczne gospodarowanie na gruntach ornych sprzyja różnorodności dzikich pszczoł dzięki większej zasobności w kwiaty i różnorodności roślin kwitnących^[46].

Rycina 6: Wpływ rolnictwa ekologicznego na zapylanie roślin uprawnych



W ekologicznej uprawie truskawek występuje mniej wad rozwojowych owoców ogółem ze względu na lepszą wydajność zapylania^[49].



Obszary ubogie w składniki odżywcze oferują większą różnorodność botaniczną. Populacje samotnych dzikich pszczół również czerpią z tego ogromne korzyści.

reprodukcji dzikich pszczół (Rycina 5). Zapylenie upraw, szczególnie wymagających takich jak truskawki i arbuzy, może być częściowo skuteczniej przeprowadzone w gospodarstwach ekologicznych przez dzikie pszczoły i w ten sposób jest ostatecznie mniej zależne od kosztownych zapylaczy, takich jak trzmiele i pszczoły miodne^[49,50]. Większa różnorodność i liczba zapylaczy w gospodarstwach ekologicznych prowadzi do wyższego plonu owoców i niższych strat z powodu źle ukształtowanych lub zdeformowanych, a tym samym nienadających się do sprzedaży jagód po etapie konwersji trwającym tylko od 2 do 4 lat (Rycina 6).

Zwalczanie szkodników

Większa różnorodność flory i fauny sprzyja również rozwojowi owadów pożytecznych, które w naturalny sposób ograniczają występowanie szkodników^[15,51]. Rolnictwo ekologiczne w wielu przypadkach zwiększa naturalne zwalczanie szkodników w porównaniu z rolnictwem konwencjonalnym^[15]. Zaobserwowano to w uprawach rolnych^[52], winnicach^[13] i uprawach owoców^[29]. Na efektywność znacząco wpływają środki uprawy i cechy krajobrazu. Najwyższą naturalną kontrolę szkodników w jednorocznych uprawach ekologicznych stwierdzono w krajobrazach o uporządkowanej strukturze. Zmniejsza się ona wraz ze wzrostem stopnia oczyszczenia/homogenizacji krajobrazu rolniczego i intensywności ochrony roślin. Stosowanie insektycydów znacznie zmniejsza potencjał naturalnej kontroli szkodników^[15, 53].

Ponadto nasiona chwastów mogą być bardziej redukowane na polach ekologicznych przez określone gatunki chrząszczy niż na polach konwencjonalnych^[54,55].

Badania z Norwegii pokazują, że szkodniki glebowe są silniej redukowane w glebach ekologicznych przez bogatszą faunę grzybową niż w glebach gospodarowanych w sposób tradycyjny^[56].

Rozkład obornika na pastwiskach

Na pastwiskach ekologicznych stwierdzono w oborniku bogatszą faunę^[57], ponieważ toksyczne dla niej leki weterynaryjne są mniej stosowane. Na przykład chrząszcze gnojowe odgrywają istotną rolę w rozkładzie obornika i znacząco przyczyniają się do szybszego obiegu zawartych w nim składników odżywczych.

Efekty wzrostu wydajności ekosystemu na poziomie lokalnym i krajobrazowym

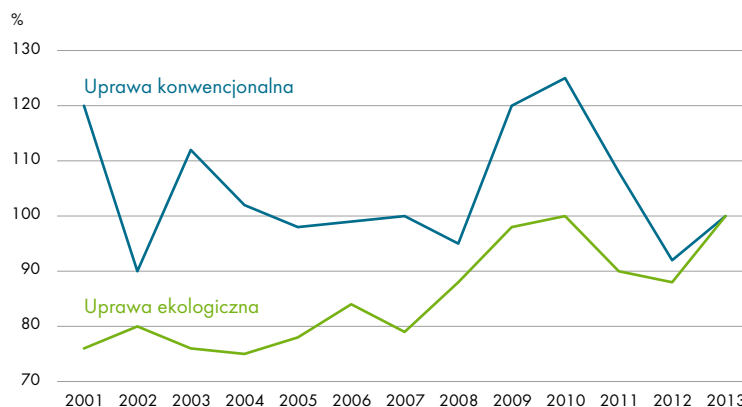
Większą różnorodność różnych grup funkcjonalnych (organizmów pożytecznych, saprofagów, mykofagów, fitofagów) stwierdzono również w winnicach ekologicznych^[58]. Naturalna regulacja niektórych gatunków szkodników (zwójka kwasigroneczka) może być większa niż w konwencjonalnych winnicach, zarówno na poziomie lokalnym, jak i krajobrazowym^[13]. Ponadto rosnący odsetek winnic ekologicznych w krajobrazie charakteryzującym się uprawą winorośli (Bordeaux) promuje ważne grupy pożytecznych organizmów silniej niż obszary półnaturalne^[47].

Wyższa odporność gospodarowania ekologicznego na negatywne wpływy środowiskowe

Różnorodność gatunkowa i siedliskowa w istotny sposób przyczynia się do odporności i zdolności adaptacyjnych upraw rolnych na wpływy środowiska. Bogate strukturalnie i zróżnicowane krajobrazy sprzyjają mobilności i migracji fauny do nowych miejsc, a tym samym sprzyjają ważnej wymianie genetycznej. Owady pożyteczne również korzystają z różnorodności strukturalnej, wzmacniając w ten sposób stabilność i odporność systemu. Z kolei mniejsza zależność od zewnętrznych środków produkcji, zrównoważone wykorzystanie zasobów, zróżnicowanie upraw oraz samoorganizacja i innowacje przyczyniają się do stabilizacji systemu gospodarowania i zwiększenia odporności rolnictwa ekologicznego. W porównaniu z rolnictwem konwencjonalnym, uprawy w ekologicznie zarządzanych systemach rolniczych zwykle wykazują wyższe plony w bardzo suchych warunkach. Na przykład plony kukurydzy w gospodarstwach ekologicznych były o 37 %, a soi o 96 % wyższe niż w przypadku rolnictwa konwencjonalnego^[59]. Innym przykładem są bogate gatunkowo łąki, które są bardziej stabilne w plonach w okresach suszy i mają dłuższy okres wegetacyjny^[48].

Plony z hektara w rolnictwie ekologicznym są średnio o 20 % niższe niż w rolnictwie konwencjonalnym^[60,61]. Różnica ta jest jednak bardzo zmienna w zależności od uprawy i stosowanych metod uprawy. Uprawa różnych roślin i zoptymalizowany agroekologicznie płodozmian w systemach zarządzanych ekologicznie zmniejszają różnicę w plonach do około 10 % lub mniej (Rycina 7, powyżej)^[60]. Dodatkowym czynnikiem, który może zmniej-

Rycina 7: Jak kształtują się różnice w plonach gruntów ornych uprawianych konwencjonalnie i ekologicznie



Średni plon w uprawie konwencjonalnej (niebieski) i ekologicznej (zielony) mierzony w 6-letnim płodozmianie w okresie 13 lat. Wydajność relatywna: 100% = średnia wydajność w dłuższym okresie czasu dla danej uprawy. Plony dla wszystkich upraw są podsumowane na dany rok^[62]. W tym długoterminowym badaniu polowym z Holandii, plony rolnictwa ekologicznego z czasem zbiegają się z plonami rolnictwa konwencjonalnego.

szyc różnice w plonach jest odporność systemów gospodarowanych ekologicznie na przykład na suszę. Zmniejszenie różnicy między rolnictwem ekologicznym a konwencjonalnym rolnictwem konwencjonalnym zostanie osiągnięte dzięki postępowi technicznemu, zwłaszcza w dziedzinie hodowli ochrony roślin i technologii uprawy. Rolnictwo ekologiczne prowadzi do większej stabilności przestrzennej wobec biotycznych i abiotycznych procesów glebowych dzięki zwiększonej różnorodności biologicznej. Stwarza to decydujący czynnik dla zabezpieczenia plonów w dłuższym okresie czasu^[62].

Rolnictwo ekologiczne jako część rozwiązania problemu

Kryzys różnorodności biologicznej i kryzys klimatyczny są w dużym stopniu związane z użytkowaniem gruntów. W ostatnich dziesięcioleciach rolnictwo ekologiczne nabyło wiele doświadczeń w zakresie całościowego podejścia do gospodarowania. Takie podejście zorientowane agroekologicznie może być następnie włączone do różnych systemów rolniczych. W celu złagodzenia obecnych obaw o środowisko i wzmocnienia agroekologii, rolnictwo ekologiczne jest coraz częściej uwzględniane w polityce rolnej. Unijna strategia różnorodności biologicznej 2030 zakłada, że do 2030 r. co najmniej

25 % gruntów rolnych będzie uprawianych w sposób ekologiczny (KE 2020: Strategia różnorodności biologicznej 2030; Strategia Z gospodarstwa na stół). Z perspektywy agroekologicznej korzystny byłby rozwój całych bioregionów (np. w krajobrazie orno-pastwiskowym), co miałyby pozytywny wpływ na różnorodność biologiczną i inne aspekty środowiskowe (np. woda pitna i jej zanieczyszczenie). Tych pozytywnych efektów należy oczekiwać w związku z ogólnie niższą intensywnością upraw mniejszymi rozmiarami pól uprawnych bardziej zbliżonymi do naturalnych i bogatym gatunkowo siedliskami.

Zagrożenia związane z intensyfikacją w rolnictwie ekologicznym

Również w gospodarstwach ekologicznych istnieje konflikt między użytkowaniem rolniczym a ochroną siedlisk przyrodniczych. Rosnąca presja ekonomiczna i wysoki popyt na produkty ekologiczne mogą skłaniać rolników ekologicznych do intensyfikacji i specjalizacji produkcji.

Uprawa zoptymalizowana wyłącznie pod kątem wydajności plonów prowadzi jednak do większego stosowania nawozów organicznych i pestycydów biologicznych, uproszczonego płodozmianu, zwiększenia wielkości pól, zmniejszenia obszarów bioróżnorodności oraz intensywnej uprawy gleby i odchwaszczania.

Zoptymalizowane agroekologicznie i zróżnicowane rolnictwo ekologiczne ma wysoki wpływ na bioróżnorodność i umożliwia współdziałanie między naturą a produkcją.

Ważną rolę odgrywa tu specjalistyczne i kompleksowe doradztwo rolnicze. Zwiększa ono udział i promuje jakość obszarów bioróżnorodności oraz poprawia transfer wiedzy na temat produkcji agroekologicznej^[63]. Efektywność ekologiczna i ekonomiczna może ulec dalszej poprawie dzięki specjalistycznemu doradztwu w zakresie agroekologii i ochrony przyrody, a także dalszemu rozwojowi wytycznych dotyczących upraw związanych z bioróżnorodnością i kształtowaniem krajobrazu.

Większa bioróżnorodność dzięki działaniu systemów agroekologicznych

W rolnictwie ekologicznym wdrażane są środki w uprawach i kształtowaniu krajobrazu, które mają pozytywny wpływ na różnorodność biologiczną. Poniżej ujęto w punktach typowe działania dla rolnictwa ekologicznego wspierające bioróżnorodność:

- Rezygnacja z herbicydów
- Unikanie syntetycznych pestycydów chemicznych
- Działania wspierające pożyteczne owady (funkcjonalna różnorodność biologiczna, prewencyjna ochrona roślin)
- Ograniczenie nawożenia (zwłaszcza azotowego) i rezygnacja z mineralnych nawozów azotowych
- Zróżnicowany płodozmian z dużym udziałem koniczyny i trawy, oraz włączenie międzyplonów
- Ochrona pielęgnacja gleby (promowanie i zachowanie próchnicy)
- Ograniczone obsada zwierząt i zakup paszy
- Znaczący udział obszarów zbliżonych do naturalnych
- Różnorodność gruntów uprawnych (gospodarstwa mieszane)
- Zróżnicowana struktura gospodarstw i niska specjalizacja upraw

Czynniki te nie tylko sprzyjają bioróżnorodności, ale także wzmacniają naturalne cykle, a tym samym zwiększają zrównoważony rozwój gospodarstw

ekologicznych. Ostatecznie, efekty rolnictwa ekologicznego są ostatecznie w dużym stopniu zależne od rodzaju gospodarstwa i krajobrazu^[61]. W zależności od zapotrzebowania i mobilności grup organizmów są one różne i zmieniają się w zależności od cech krajobrazu i intensywności upraw.

Podwyższenie efektywności funkcjonowania ekosystemów i ochrona zasobów naturalnych

W celu utrzymania ważnych funkcji ekosystemów i ograniczenia utraty różnorodności biologicznej potrzebna jest bardziej oszczędna w środkach uprawa (ograniczenie stosowania pestycydów i nawozów), oraz znacznie większy udział w krajobrazie obszarów o dużej różnorodności biologicznej i obszarów gospodarowanych ekologicznie^[9,10,11]. Rolnictwo ekologiczne wykorzystuje współdziałanie istniejących ekosystemów i ma uzupełniający wpływ na różnorodność biologiczną w kontekście programów rolno-środowiskowych. Zasadnicze znaczenie dla skutecznego wdrażania działań na rzecz różnorodności biologicznej w gospodarstwach rolnych i w całym krajobrazie rolniczym mają, oprócz specjalistycznego doradztwa dla całego gospodarstwa, sprawiedliwe wynagrodzenie za usługi ekologiczne, oraz skuteczne systemy zachęt ekonomicznych dla ukierunkowanego wspierania (funkcjonalnej) różnorodności biologicznej.

Bibliografia

- 1 Reganold J. P. and J. M. Wachter, 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants* 2,1-8
- 2 Pfiffner L. and L. Armengot, 2019. Biodiversity as a prerequisite of sustainable organic farming. In: *Improving organic crop cultivation* Köpke (ed.), Chapter 16: 401-433. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK. ISBN: 978-1-78676-184-2
- 3 Hallmann C. A. et al., 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12(10): e0185809
- 4 Seibold S. et al., 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574(7780), pp.671-674
- 5 Fischer M. et al., 2015. Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014. Forum Biodiversität Schweiz, Bern
- 6 Lachat T. et al., 2010. Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung; Haupt, Zürich
- 7 Mäder P. et al., 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694-1697
- 8 Hole D. G. et al., 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122: 113-130
- 9 Bengtsson J. et al., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42: 261-269
- 10 Tuck S. L. et al., 2014. Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51, 746-755
- 11 Smith O. M. et al., 2019. Organic farming provides reliable environmental benefits but increases variability in crop yields: a global meta-analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, p.82
- 12 Henckel L. et al., 2015. Organic fields sustain weed metacommunity dynamics in farmland landscapes. *Proceedings of the Royal Society B Biological Science*, 282, 1808
- 13 Muneret L. et al., 2019a. Organic farming at local and landscape scales fosters biological pest control in vineyards. *Ecological applications*, 29(1), p.e01818
- 14 Inclan D. J. et al., 2015. Organic farming enhances parasitoid diversity at the local and landscape scales. *Journal of Applied Ecology*, 52(4), pp.1102-1109
- 15 Muneret L. et al., 2018a. Evidence that organic farming promotes pest control. *Nature sustainability*, 1(7), pp.361-368
- 16 Lori M. et al., 2017. Organic farming enhances soil microbial abundance and activity - A meta-analysis and meta-regression. *PLoS one*, 12(7), p.e0180442.19
- 17 Lichtenberg E. M. et al., 2017. A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Global Change Biology*, 23, 4946-4957
- 18 Pfiffner L. and H. Luka, 2003. Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders - a paired farm approach. *Basic and Applied Ecology* 4: 117-127
- 19 NABU 2004. Vögel der Agrarlandschaft - Bestand, Gefährdung, Schutz. Naturschutzbund Deutschland e.V., Berlin, p 44
- 20 Neumann H., R. Loges and F. Taube, 2007. Fördert der ökologische Landbau die Vielfalt und Häufigkeit von Brutvögeln auf Ackerflächen? *Berichte über Landwirtschaft* 85, 272-299
- 21 Gabriel D. et al., 2006. Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications* 16: 2011-2021
- 22 Gabriel D. and T. Tscharnke, 2007. Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agric. Ecosystems and Environment* 118: 43-48
- 23 Döring J. et al., 2019. Organic and biodynamic viticulture affect biodiversity and properties of vine and wine: a systematic quantitative review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 70(3), pp.221-242.
- 24 Karimi B. et al., 2020. A meta-analysis of the ecotoxicological impact of viticultural practices on soil biodiversity. *Environmental Chemistry Letters*, pp.1-20
- 25 Stein-Bachinger K. et al., 2021. To what extent does organic farming promote species richness and abundance in temperate climates? A review. *Organic Agriculture*, 11(1), pp.1-12
- 26 Paiola A. et al., 2020. Exploring the potential of vineyards for biodiversity conservation and delivery of biodiversity-mediated ecosystem services: A global-scale systematic review. *Science of the total environment*, 706, p.135839
- 27 Happe A. K. et al., 2019. Predatory arthropods in apple orchards across Europe: responses to agricultural management, adjacent habitat, landscape composition and country. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 273, pp.141-150.
- 28 Samnegård U. et al., 2019. Management trade offs on ecosystem services in apple orchards across Europe: Direct and indirect effects of organic production. *J. of Applied Ecology*, 56(4), pp.802-811
- 29 Porcel M. et al., 2018. Organic management in apple orchards: higher impacts on biological control than on pollination. *Journal of Applied Ecology*, 55(6), pp.2779-2789.
- 30 Cahenzli F. et al., 2019. Perennial flower strips for pest control in organic apple orchards-A pan-European study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 278, 43-53
- 31 Katayama N. et al., 2019. Biodiversity and yield under different land-use types in orchard/vineyard landscapes: a meta-analysis. *Biological Conservation*, 229, pp.125-133
- 32 Rodríguez-San Pedro A. et al., 2018. Influence of agricultural management on bat activity and species richness in vineyards of central Chile. *Journal of Mammalogy*, 99(6), pp.1495-1502
- 33 Rollan À., A. Hernández-Matías and J. Real, 2019. Organic farming favours bird communities and their resilience to climate change in Mediterranean vineyards. *Agriculture, ecosystems & environment*, 269, pp.107-115
- 34 Assandri G. et al., 2016. Diversity in the monotony? Habitat traits and management practices shape avian communities in intensive vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 223, pp.250-260
- 35 Pfiffner L. and H. Luka, 2000. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78, 215-222
- 36 Schader C. et al., 2008. Umsetzung von Ökomassnahmen auf Bio- und ÖLN-Betrieben. *Agrarforschung* 15: 506-511
- 37 Aude E., K. Tybirk and M. Bruus Pedersen, 2003. Vegetation diversity of conventional and organic hedgerows in Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 99, 135-147
- 38 Gibson R. H. et al., 2007. Plant diversity and land use under organic and conventional agriculture: a whole-farm approach. *Journal of Applied Ecology* 44: 792-803
- 39 Norton L. et al., 2009. Consequences of organic and non-organic farming practices for field, farm and landscape complexity. *Ecosystems and Environment*, 129, 221-227
- 40 Henckel L. et al., 2015. Organic fields sustain weed metacommunity dynamics in farmland landscapes. *Proceedings of the Royal Society B Biological Science*, 282, 1808
- 41 Holzschuh A. et al., 2008. Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. *Oikos* 117: 354-361
- 42 Inclan D. J. et al., 2015. Organic farming enhances parasitoid diversity at the local and landscape scales. *Journal of Applied Ecology*, 52(4), pp.1102-1109
- 43 Tscharnke T. et al., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology Letters* 8 (8): 857-874
- 44 Rundlof M. and H. G. Smith, 2006. The effect of organic farming on butterfly diversity depends on landscape context. *Journal of Applied Ecology* 43 (6):1121-1127

- 45 Moradin L. A. and M. L. Winston, 2005. Wild bee abundance and seed production in conventional, organic, and genetically modified canola. *Ecological Applications* 15: 871-881
- 46 Holzschuh A. et al., 2007. Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology* 44: 41-49
- 47 Muneret L. et al., 2019b. Organic farming expansion drives natural enemy abundance but not diversity in vineyard dominated landscapes. *Ecology and evolution*, 9(23), pp.13532-13542
- 48 Oehri J. et al., 2017. Biodiversity promotes primary productivity and growing season lengthening at the landscape scale. *PNAS* 114. 10160-10165
- 49 Andersson G. K., M. Rundlöf and H. G. Smith, 2012. Organic farming improves pollination success in strawberries. *PLoS one*, 7(2), p.e31599
- 50 Williams N. M. and C. Kremen, 2007. Resource distributions among habitats determine solitary bee offspring production in a mosaic landscape. *Ecological applications*: 17, 910-921
- 51 Zehnder G. et al., 2007. Arthropod pest management in organic crops. *Annual Review of Entomology*, 52: 57-80
- 52 Birkhofer K. et al., 2016. Organic farming affects the biological control of hemipteran pests and yields in spring barley independent of landscape complexity. *Landscape ecology*, 31(3), 567-579
- 53 Geiger F. et al., 2010a. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11, 97-105
- 54 Navntoft S. et al., 2009. Weed seed predation in organic and conventional fields. *Biological Control* 49: 11-16
- 55 Diekötter T. et al., 2016. Organic farming affects the potential of a granivorous carabid beetle to control arable weeds at local and landscape scales. *Agricultural and Forest Entomology* 18,167-173
- 56 Klingen I., J. Eilenberg and R. Meadow, 2002. Effects of farming system, field margins and bait insect on the occurrence of insect pathogenic fungi in soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91: 191-198
- 57 Hutton S. A. and P. S. Giller, 2003. The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology* 40: 994-1007
- 58 Miguel-Aristu J. et al., 2019. Efectos del manejo del viñedo sobre la biodiversidad de artrópodos epiedáficos en Andalucía oriental (España). *Revista Ecosistemas* 28, no. 3: 115-125
- 59 Gomiero et al., 2011. Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences* 30: 95-124
- 60 Ponisio L. C. et al., 2015. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proc. R. Soc. B.*, 282, 20141396
- 61 Seufert V. and N. Ramankutty, 2017. Many shades of gray – The context-dependent performance of organic agriculture. *Science advances*, 3(3), p.e1602638
- 62 Schrama J. J. et al., 2018. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 256: 123-130
- 63 Chevillat V. et al., 2017. Mehr und qualitativ wertvollere Biodiversitätsförderflächen dank Beratung. *Agrarforschung Schweiz* 8 (6): 232-239

Impressum

Wydawnictwo

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL
Ackerstrasse 113, Postfach 219, 5070 Frick, Szwajcaria,
tel. +41 (0)62 865 72 72, info.suisse@fibl.org
www.fibl.org

Autorzy: Lukas Pfiffner oraz Sibylle Stöckli (FiBL Szwajcaria)

Redakcja: Vanessa Gabel, Jeremias Lütold oraz Gilles Weidmann (FiBL Szwajcaria)

Tłumaczenie: Michał Pol

Korekta: Henryk Luka, Agata Luka (FiBL Szwajcaria)

Opracowanie: Sandra Walti oraz Brigitta Maurer (FiBL Szwajcaria)

Zdjęcia: Thomas Alföldi (FiBL): Strona 1; Lukas Pfiffner (FiBL Szwajcaria): str. 2, 5, 7 (1), 10, 12, 13; Andy Ducry (BirdLife Schweiz): str. 3; Markus Jenny (Vogelwarte Sempach): str. 7 (2); Maya Frommelt (Bio Suisse): str. 9

Numer artykułu FiBL: 1739

Permalink: orgrprints.org/id/eprint/53399/

Arkuszy informacyjny jest dostępny do bezpłatnego pobrania na stronie shop.fibl.org.

2024 © FiBL

Praca jest chroniona prawem autorskim we wszystkich swoich częściach. Wszelkie wykorzystywanie bez zgody wydawcy jest zabronione. Dotyczy to w szczególności powielania, tłumaczenia oraz przechowywania i przetwarzania w systemach elektronicznych.