

Beata Feledyn-Szewczyk

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

BIORÓŻNORODNOŚĆ ROŚLIN JAKO ELEMENT ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU ROLNICTWA*

Słowa kluczowe: bioróżnorodność, rośliny, ekosystem, rolnictwo zrównoważone

Wstęp

Zrównoważone gospodarowanie w rolnictwie można określić jako uzyskiwanie stabilnej, a zarazem opłacalnej ekonomicznie produkcji w sposób niezagrożający środowisku przyrodniczemu (24). Oznacza to równoczesną i harmonijną realizację celów produkcyjnych, ekonomicznych, ekologicznych i społecznych. Jednym ze wskaźników ekologicznych stosowanych do oceny stopnia zrównoważenia rolnictwa jest bioróżnorodność (5, 15).

Bioróżnorodność, zgodnie z Konwencją o różnorodności biologicznej, definiuje się jako zmienność żywych organizmów zamieszkujących wszystkie środowiska oraz zmienność systemów ekologicznych, których częścią są te organizmy, przy czym tak ujęta zmienność obejmuje różnorodność wewnątrzgatunkową, międzygatunkową i ekosystemów (58). Bioróżnorodność może być zatem rozpatrywana na poziomie genetycznym, gatunkowym i ekosystemowym. W skali ekosystemu pełni ona różnorakie funkcje, bowiem jest regulatorem podstawowych procesów ekosystemowych, końcową usługą ekosystemową oraz dobrem samym w sobie (41). Bioróżnorodność może być traktowana jako świadczenie ekosystemu o charakterze zaopatrzeniowym, regulacyjnym, wspomagającym i kulturowym. Rola zaopatrzeniowa polega na dostarczaniu zasobów genowych dla hodowli nowych, bardziej przydatnych odmian roślin oraz ras zwierząt, nowych substancji aktywnych dla medycyny bądź nowych roślin ozdobnych (41, 53). Ponadto bioróżnorodność warunkuje większość podstawowych

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

funkcji ekosystemu, takich jak rozkład i obieg pierwiastków w glebie, trwałość łańcuchów pokarmowych, odporność ekosystemu na szkodniki, organizmy inwazyjne oraz zmiany warunków środowiskowych (2). Wielu autorów wskazuje na pozytywny wpływ bioróżnorodności na funkcjonowanie ekosystemów, przy czym ważna jest nie tylko ogólna liczba gatunków, ale także ich skład w zbiorowisku, liczebność osobników oraz grupy funkcjonalne (2, 22, 57).

Znaczenie bioróżnorodności w rolnictwie

Bioróżnorodność w rolnictwie zapewnia m.in. utrzymanie struktury i żyzności gleby, zapylanie upraw, biologiczną ochronę upraw, zapobieganie erozji gleby, obieg składników mineralnych, kontrolę przepływu i dystrybucji wody (2, 41, 49). Utrzymywanie wysokiej bioróżnorodności czyni produkcję rolną i związane z nią działania bardziej zrównoważonymi i opłacalnymi (12, 49). Bioróżnorodność wpływa pozytywnie na produktywność agroekosystemów (8), w tym użytków zielonych (16). *La Valle i in.* (40) wykazali pozytywne oddziaływanie różnorodności organizmów glebowych na produktywność roślin w ekosystemach rolniczych. Skutki utraty bioróżnorodności mogą nie być widoczne od razu, ale powolnie zwiększając wrażliwość ekosystemu na różne stresy (57). Duża bioróżnorodność obszarów rolniczych ma ponadto znaczenie dla zachowania walorów estetycznych, krajobrazowych, kulturowych i edukacyjnych terenów wiejskich oraz rozwoju agroturystyki (53).

Bioróżnorodność roślin w rolnictwie może być postrzegana na dwóch płaszczyznach: jako różnorodność gatunków i odmian roślin uprawnych oraz bioróżnorodność towarzysząca, czyli różnorodność flory segetalnej, potocznie zwanej chwastami. Chwasty polne konkurują z roślinami rolniczymi o czynniki siedliskowe: wodę, składniki pokarmowe, światło, mogą być ogniwem w łańcuchach pokarmowych szkodników i patogenów, pogarszają jakość plonów, zwiększają nakłady i koszty produkcji, ale odgrywają także ważną rolę w utrzymaniu ogólnej bioróżnorodności agroekosystemów (27, 43). Ich niekorzystne oddziaływanie zależy od składu gatunkowego i liczebności, indywidualnych reakcji roślin uprawnych oraz warunków agrotechniczno-siedliskowych (26). Mała liczebność, poniżej progu szkodliwości, nie generuje bezpośrednich zagrożeń dla roślin uprawnych, a może nawet wpływać korzystnie na ich wzrost i plonowanie (31). Stwierdzono korzystny wpływ fiołka polnego na żyto, chabra bławatka i chwastów rumianowatych na pszenicę oraz komosy białej na ziemniak (11). Chwasty polne stanowią źródło pokarmu oraz miejsce bytowania i rozmnażania wielu pożytecznych gatunków zwierząt, w tym owadów zapylających (55). Różnorodność gatunkowa chwastów wpływa na zwiększenie różnorodności mikroflory i mikrofauny glebowej, w tym antagonistycznej w stosunku do patogenów roślin uprawnych (19). Usuwanie chwastów z ekosystemów rolnych może mieć negatywne skutki wynikające z zachwiania zależności pokarmowych między

roślinami, zwierzętami i organizmami glebowymi (21, 44). Wraz ze zmniejszaniem liczebności chwastów na skutek intensyfikacji rolnictwa w Finlandii, Niemczech, Danii i Wielkiej Brytanii obserwowano zmniejszenie populacji ptaków oraz zapylaczy i innych owadów na terenach rolniczych (6, 14, 27, 43, 62).

Bioróżnorodność w rolnictwie można rozpatrywać w różnych skalach przestrzennych: kraju, regionu, gospodarstwa rolnego i pola uprawnego. Polska cechuje się dużą różnorodnością biologiczną przestrzeni rolniczej, do czego przyczyniają się urozmaicony krajobraz oraz ekstensywne formy gospodarowania na znacznym obszarze kraju. Około 30% użytków rolnych posiada wysokie walory przyrodnicze, spełniając funkcję ostoi wielu cennych, w tym zagrożonych wyginięciem gatunków flory i fauny. Połowa z 485 zespołów roślinnych występujących na obszarze Polski jest związana z obszarami rolniczymi. Do ostoi różnorodności biologicznej należą także rozproszone w krajobrazie wiejskim zadrzewienia i zakrzaczenia śródpolne, torfowiska, oczka wodne oraz płaty roślinności na nieużytkowanych rolniczo odłogach i miedzach (46).

O bioróżnorodności obszarów wiejskich decyduje struktura zasiewów, intensywność produkcji oraz stopień zróżnicowania krajobrazu, m.in. obecność w nim obszarów ekologicznej kompensacji, takich jak ekstensywne trwałe użytki zielone, miedze, zadrzewienia i zakrzaczenia śródpolne. W ostatnich latach wzrasta udział gospodarstw większych obszarowo, choć gospodarstwa o powierzchni do 1 ha nadal stanowią około 30%, a o wielkości 1–5 ha – około 40% ogółu gospodarstw (36). Obserwuje się postępującą polaryzację i zróżnicowanie regionalne gospodarstw ze względu na strukturę obszarową i intensywność produkcji. Największe gospodarstwa znajdują się w województwach zachodniopomorskim i warmińsko-mazurskim, a najmniejsze w województwach: świętokrzyskim, małopolskim i podkarpackim. Najbardziej dynamiczny rozwój rolnictwa jest charakterystyczny dla województw mazowieckiego i pomorskiego, a najwolniejszy rozwój według tej oceny mają województwa: świętokrzyskie, lubelskie i podkarpackie (23). Najwięcej nawozów mineralnych zużywa się w rejonach Polski zachodniej i północno-zachodniej, a najmniej na wschodzie kraju (29). Jeszcze większa jest zmienność regionalna koncentracji produkcji zwierzęcej w Polsce. Natomiast pewne regiony kraju cechują się szczególnie dużym udziałem obszarów cennych przyrodniczo, predystynowanych do rozwoju rolnictwa ekologicznego (54). Jednak w praktyce nie zawsze pokrywa się to z miejscami jego rozwoju, ponieważ o rozwoju tego systemu gospodarowania w większym stopniu decydują czynniki ekonomiczne niż uwarunkowania przyrodnicze.

Ze względu na powyższe uwarunkowania stan zachowania różnorodności biologicznej na terenach wiejskich w Polsce jest również silnie zróżnicowany przestrzennie. Rysuje się wyraźny podział kraju pod tym względem na dwie części: strefę ekstensywnego rolnictwa i lepiej zachowanej agrobioróżnorodności w Polsce południowo-wschodniej (głównie województwa: lubelskie, mazowieckie, łódzkie, świętokrzyskie, śląskie, małopolskie i podkarpackie) oraz intensywnego rolnictwa,

w którym różnorodność biologiczna przestrzeni rolniczej doznała już poważnego uszczerbku, a jej utrata postępuje wciąż w stosunkowo szybkim tempie (województwa: zachodniopomorskie, lubuskie, dolnośląskie, pomorskie, wielkopolskie, opolskie, kujawsko-pomorskie, warmińsko-mazurskie i częściowo podlaskie) (46).

Wpływ intensywnego rolnictwa na bioróżnorodność

Intensywne rolnictwo ze względu na stosowanie uproszczonych zmianowań, nawozów mineralnych oraz herbicydów jako podstawowego narzędzia regulacji zachwaszczenia przyczynia się do zmniejszania różnorodności gatunkowej i liczebności flory i fauny w agrocenozach (1, 7, 13, 14, 19, 28, 56, 59) (fot. 1). Prowadzi też ono do zmniejszenia liczby gatunków segetalnych obserwowanych na polach uprawnych z jednoczesnym zwiększeniem liczebności roślin w obrębie gatunków tolerujących antropopresję. Rolnictwo konwencjonalne może przyczyniać się do homogenizacji (ujednolicenia) flory oraz zaniku gatunków związanych z siedliskami oligotroficznymi, wrażliwych na herbicydy oraz związanych z roślinami rzadko występującymi w płodozmianach (18). W Polsce spośród 165 gatunków chwastów polnych z grupy archeofitów aż 60% jest zagrożonych wyginięciem, głównie z powodu intensyfikacji rolnictwa (65). Do istotnych zagrożeń związanych z rolnictwem konwencjonalnym należy także upraszczanie krajobrazu polegające m.in. na usuwaniu zadrzewień śródpolnych, nieużytków rolniczych, oczek wodnych oraz miedz, prowadzące do fragmentacji i degradacji siedlisk (9, 31).



Fot. 1. Łan żyta w gospodarstwie konwencjonalnym (po lewej) i ekologicznym (z prawej) w województwie lubelskim (fot. B. Feledyn-Szewczyk)

W skali kraju w strukturze zasiewów dominują zboża (ok. 75%). Zwiększył się w ostatnich latach udział rzepaku, a zmniejszyła się znacznie powierzchnia upraw roślin strączkowych (0,2%) i ziemniaka (4,4%) (36). Utrudnia to przestrzeganie

przyrodniczych podstaw zmianowania roślin, prowadzi do zachwiania równowagi mikrobiologicznej w glebie i jej zmęczenia oraz stwarza zagrożenie zmniejszenia bioróżnorodności roślin i zwierząt im towarzyszących (31). Duży udział zbóż w strukturze zasiewów zwiększa zagrożenie jednoliściennymi gatunkami chwastów, głównie miotłą zbożową (*Apera spica-venti*). W uprawach intensywnych, monokulturowych, z wyleminowanym zachwaszczeniem, często obserwuje się większe nasilenie występowania niektórych chorób przenoszonych przez szkodniki (10). Badania wykazały, że również zmiany w technice uprawy roli, polegające na uproszczeniach, zwłaszcza w połączeniu z uprawą zbóż w monokulturze powodują ograniczenie różnorodności gatunkowej flory segetalnej (32, 51).

Intensywna produkcja rolna wiąże się często ze specjalizacją i ukierunkowana jest na określone gatunki, a nawet odmiany roślin, co ogranicza możliwość wysiewu mieszanek i tworzenie łańców wielogatunkowych (31) (fot. 2). Znaczne zmniejszenie w ostatnich latach pogłowia zwierząt w skali kraju powoduje spadek powierzchni uprawy mieszanek międzygatunkowych i międzyrodzajowych (zbożowo-strączkowych) oraz roślin motylkowatych wieloletnich z trawami pastewnymi (31).



Fot. 2. Uproszczone zmianowania w intensywnych, specjalistycznych gospodarstwach o profilu produkcji roślinnej (fot. B. Feledyn-Szewczyk)

Zwiększanie powierzchni pól, upraszczanie płodozmianu oraz dominacja roślin zbożowych w zasiewach, przy zmniejszającej się powierzchni uprawy roślin motylkowatych powoduje spadek liczebności zapylaczy w środowisku rolniczym (49). Jest to istotny problem, ponieważ 75% najważniejszych upraw na świecie i 35% produkowanej żywności zależy od obecności zapylaczy (35).

Metody ochrony i zwiększania bioróżnorodności agroekosystemów

Jedną z metod zwiększania różnorodności biologicznej na gruntach ornych jest wielogatunkowy płodozmian (24). Wielogatunkowe zmianowania, jako elementy

organizacji polowej produkcji roślinnej, pozwalają zachować lub podnosić żyzność i urodzajność gleby, zmniejszają ryzyko epidemicznego rozwoju patogenów, gradacji szkodników i kompensacji chwastów, co wpływa bezpośrednio lub pośrednio na plonowanie roślin uprawnych (31). Z tego względu nie jest wskazane nadmierne ograniczanie liczby gatunków i odmian roślin uprawianych w plonach głównych i międzyplonach. Należy zachować, w wymiarze gospodarczo uzasadnionym, uprawę mieszanek międzyrodzajowych, międzygatunkowych i międzyodmianowych. W agrotechnice roślin uprawnych należy akceptować, do poziomu progów szkodliwości, obecność innych organizmów towarzyszących (31).

Bioróżnorodność agrofitycenozy można zwiększyć poprzez zróżnicowanie genetyczne odmian roślin uprawnych, uprawę obok współczesnych odmian roślin uprawnych także dawnych genotypów. Polska jest szczególnym krajem w Europie, w którym dzięki rozdrobnionej gospodarce rolnej zachowały się do czasów współczesnych miejscowe formy roślin uprawnych oraz lokalne rasy zwierząt gospodarskich. Najważniejszą metodą ochrony zasobów genowych roślin użytkowych jest ich zachowanie *in situ*, w regionach ściśle związanych z ich pochodzeniem (46). W Polsce kultywowana jest tradycja uprawy starych i miejscowych odmian cebuli, ogórka, pomidora, buraka ćwikłowego, marchwi, czosnku, fasoli, pietruszki, sałaty, kopru, dyni, wyki oraz wielu innych roślin warzywnych, sadowniczych i rolniczych. Ponadto w niektórych regionach Polski południowej i wschodniej uprawiane są „zapomniane”, reliktowe gatunki roślin, takie jak: lnicznik, rzodkiew oleista, pszenica orkisz, płaskurka, żyto kszycza, proso. Stare gatunki i odmiany roślin uprawnych wyróżniają się z reguły małymi wymaganiami agrotechnicznymi, lepszym przystosowaniem do warunków środowiska, odpornością na choroby i szkodniki oraz małą zawodnością plonowania. Większość z nich może być z powodzeniem uprawiana w niskonakładowych technologiach i systemach produkcji rolnej oraz w rolnictwie ekologicznym. Ekologiczny sposób gospodarowania sprzyja przywracaniu do uprawy dawnych gatunków i lokalnych odmian roślin oraz szerszemu ich wykorzystywaniu i przetwarzaniu na miejscu w gospodarstwach. Oprócz zwiększania bioróżnorodności rośliny te mogą służyć profilaktyce zdrowia człowieka. Duże znaczenie dla zachowania bioróżnorodności roślin użytkowych mają tradycyjne przydomowe sady, które stały się charakterystycznym elementem krajobrazu polskiej wsi. Dzięki długowieczności uprawianych w nich drzew przetrwały do dziś, niestety, zwykle w szczątkowej formie (46). Zachowaniu bioróżnorodności roślin użytkowych służą działania podejmowane m.in. w programie rolnośrodowiskowym funkcjonującym w ramach PROW od 2004 r. oraz w projektowanym programie rolnośrodowiskowo-klimatycznym.

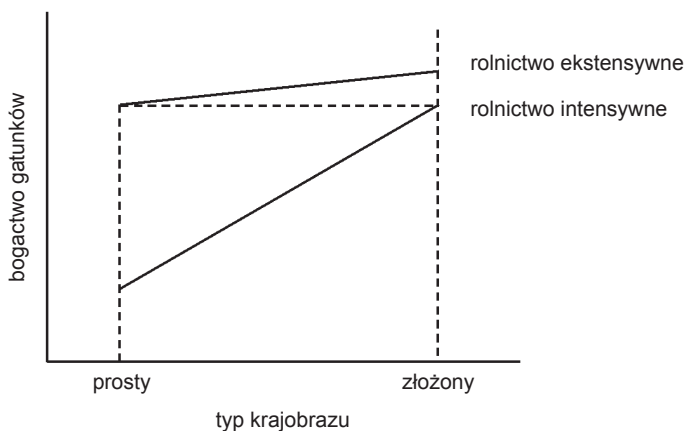
We współczesnych strategiach zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich uwzględnia się konieczność realizowania zadań na rzecz zwiększania bioróżnorodności agroekosystemów. Zgodnie z postanowieniami Konwencji o różnorodności biologicznej z 1992 r. oraz Krajowej strategii ochrony i zrównoważonego

użytkowania różnorodności biologicznej z 2007 r. Polska zobowiązana jest do powstrzymania spadku różnorodności biologicznej, także na obszarach użytkowanych rolniczo. Strategia UE ochrony różnorodności biologicznej do 2020 r. zakłada 6 celów strategicznych, m.in. wzmocnienie ochrony ekosystemów rolniczych i zrównoważony rozwój rolnictwa jako narzędzie ochrony bioróżnorodności na obszarach wiejskich. Ponadto około 1/3 użytków rolnych włączonych jest do sieci obszarów Natura 2000, gdzie obowiązują przepisy Dyrektywy Ptasiej i Siedliskowej zobowiązujące do nie pogarszania istniejącego stanu siedlisk przyrodniczych oraz liczebności tych gatunków roślin i zwierząt, dla ochrony których wyznaczono dany obszar.

Rolnictwo stoi zatem przed koniecznością pogodzenia celów produkcyjnych i ekologicznych. Jako że dalsze zwiększanie zużycia środków ochrony roślin w celu zwiększenia plonów jest coraz bardziej krytykowane, światowe rolnictwo poszukuje innych, biologicznych i agrotechnicznych metod sprostania wymaganiom produkcji żywności. Metody te w dużej mierze korzystają z usług ekosystemowych dostarczanych przez bioróżnorodność (obieg pierwiastków, sekwestracja węgla, zapylenie itp.). Zachowanie zróżnicowania biologicznego w agroekosystemach i krajobrazie rolniczym jest ważnym zadaniem współczesnego rolnictwa. Realizacji tego zadania sprzyja trwanie tradycyjnych, ekstensywnych gospodarstw w krajobrazie rolniczym, przekształcanie gospodarstw intensywnych w bardziej zrównoważone, rozwój integrowanych systemów produkcji rolnej oraz rolnictwa ekologicznego (37, 38, 39, 47). Wyniki badań wskazują, że ekologiczny sposób gospodarowania, w którym nie stosuje się syntetycznych nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin wpływa korzystnie na bioróżnorodność agroekosystemów (18, 27, 28, 45, 60).

Różnorodność krajobrazu a agroekosystem

Bioróżnorodność pól uprawnych zależy od intensywności produkcji i oddziałuje na różnorodność otaczającego krajobrazu. Wyniki badań niektórych autorów wskazują nawet na większy wpływ krajobrazu na bioróżnorodność roślin segetalnych niż systemu gospodarowania (20, 61). Roschewitz i in. (50) wykazali, że różnorodność chwastów była większa w systemie ekologicznym niż konwencjonalnym, ale tylko wtedy, gdy badania prowadzono w prostym krajobrazie. Wzrost różnorodności otaczającego krajobrazu zwiększał różnorodność gatunków na polach użytkowanych konwencjonalnie do podobnego poziomu różnorodności jak w systemie ekologicznym (rys. 1).



Rys. 1. Różnorodność chwastów segetalnych w zależności od sposobu gospodarowania (ekstensywne/ekologiczne vs. intensywne/konwencjonalne) i zróżnicowania krajobrazu (prosty vs. złożony)
 Źródło: Roschewitz i in., 2005 (50) oraz Tschamtkke i in., 2005 (57)

Ponadto stwierdzono, że im bliżej środka pola uprawnego, tym większy wpływ systemu produkcji na bioróżnorodność, a im bardziej oddalamy się od środka pola, tym wzrasta znaczenie krajobrazu (33). Utrzymywanie zróżnicowania krajobrazu jest jednym z instrumentów zwiększania bioróżnorodności obszarów wiejskich i gospodarstw rolnych. Może być to realizowane poprzez zachowanie lub wprowadzanie mniejszych i większych kompleksów leśnych, zadrzewień śródpolnych, alei drzew, zarośli, żywopłotów, torfowisk, mokradel, oczek wodnych, miedzy, ekstensywnych użytków zielonych i innych obszarów o dużych walorach ekologicznych (5, 9, 31, 57) (fot. 3). Siedliska te służą jako miejsce bytowania, rozwoju, schronienia oraz pozyskiwania pokarmu dla wielu pożytecznych gatunków zwierząt, w tym zapylaczy (3) i naturalnych wrogów szkodników (57, 60). Różnorodność krajobrazu rolniczego, m.in. otuliny obsiewane mieszankami traw i roślin motylkowatych, służy zachowaniu bogactwa ptaków związanych z terenami rolniczymi (63). Według Smitha i in. (52) pozostawienie miedzy czy brzegów pola niepoddanych zabiegom zwalczania chwastów nie zwiększa zachwaszczenia pola w sposób, który miałby istotny wpływ na plon rośliny uprawnej, a stanowi cenne ostoje bioróżnorodności.

W krajobrazie rolniczym enklawą o dużej bioróżnorodności są trwałe użytki zielone (fot. 3). Fitocenoza łąk i pastwisk składa się często z kilkudziesięciu, do ponad stu gatunków, co decyduje też o różnorodności fauny (64). Zbiorowiskami o dużej liczbie gatunków flory i fauny w krajobrazie rolniczym są także nieużytki, ugory i odłogi (42). Do zwiększania bioróżnorodności agrotocenoz przyczyniają się również międzypłony, które oprócz eliminowania niekorzystnych skutków nieprzestrzegania zasad zmianowania w produkcji intensywnej zwiększają także różnorodność

mikrobiologiczną gleby oraz flory i fauny nadziemnej (31). Efektywność różnych użytków ekologicznych, położonych na terenie gospodarstwa, w utrzymaniu i wzbogacaniu różnorodności flory i fauny zależy od ich ciągłości w czasie i przestrzeni oraz powiązania z innymi elementami infrastruktury ekologicznej zlokalizowanymi poza gospodarstwem (9). W Polsce i innych krajach Europy niektóre formy struktur ekologicznych i obszarów ekologicznej kompensacji są uwzględnione w programie rolnośrodowiskowym (34).



Fot. 3. Ostoje bioróżnorodności w gospodarstwie: trwałe użytki zielone (po lewej) oraz fragment pola uprawnego nieopryskiwanego herbicydami, z zakrzaczeniami i zadrzewieniami śródpolnymi (po prawej) (fot. B. Feledyn-Szewczyk)

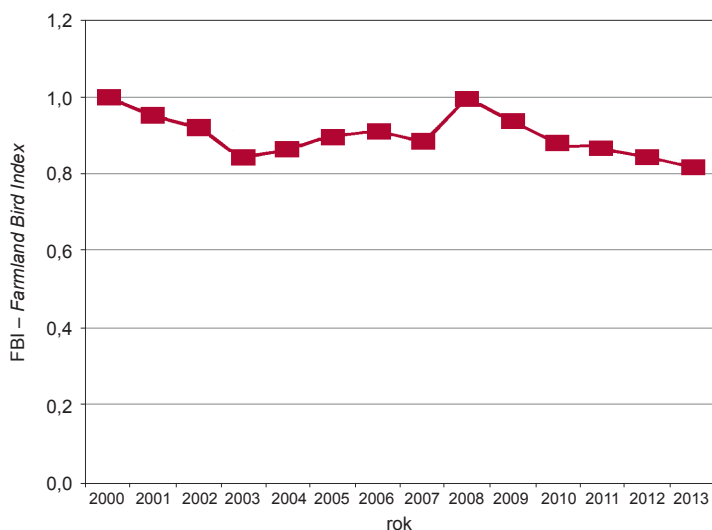
Metody wyceny bioróżnorodności

Unia Europejska zwraca coraz większą uwagę na wycenę bioróżnorodności oraz oszacowanie dla niej zagrożeń. Niektórzy autorzy podkreślają, że w naszym kraju brak jest wystarczających materiałów umożliwiających szczegółową charakterystykę zróżnicowania różnorodności biologicznej w krajobrazie rolniczym (30). Dostępne analizy wskazują, że charakter różnorodności biologicznej jest zbyt złożony, aby jej syntetyczne ujęcie było metodycznie przekonujące, a wyniki użyteczne w praktyce. Korzystniejsze wydaje się waloryzowanie różnorodności biologicznej oddzielnie w każdym jej aspekcie (roślinności naturalnej, półnaturalnej – łąkowej i pastwiskowej, antropogenicznej, fauny dziko żyjącej, zwierząt hodowlanych). Daje się zauważyć związek specyfiki charakterystyk różnorodności biologicznej z różnymi typami krajobrazu rolniczego.

Wyniki projektu BioBio realizowanego w Szwajcarii wykazały, że do oceny bioróżnorodności agroekosystemów stosuje się różne grupy taksonomiczne: ptaki, dzikie gatunki zapylaczy, pająki, motyle, dżdżownice, rośliny naczyniowe (25). Spo-

śród wskaźników oceny bioróżnorodności najczęściej stosowane w pracach innych autorów są: liczba gatunków na poziomie pola i gospodarstwa, liczebność osobników na jednostce powierzchni, stopień pokrycia powierzchni oraz indeks różnorodności Shannona (18). W projekcie ELISA we wskaźniku bioróżnorodności uwzględniono takie elementy, jak: przestrzenna kompleksowość, korytarze i powiązania między siedliskami, wielkość charakterystycznych siedlisk, gatunki wskaźnikowe, różnorodność gatunkowa, trendy populacji gatunkowych, genetyczna różnorodność półnaturalnych agrocenoz, genetyczna różnorodność gatunków w gospodarstwach (15). Wskaźniki oparte na bogactwie gatunkowym różnych grup organizmów są łatwe do zastosowania i stosunkowo niedrogie, przez co są wykorzystywane do oceny bioróżnorodności na poziomie gospodarstwa rolnego, jak również regionów i krajów. Ponadto rozwijane są inne, bardziej złożone metody oceny, np. system punktowy (Credit Point System – CPS), które mogą znaleźć praktyczne zastosowanie do oceny gospodarstw pod kątem spełniania funkcji ochrony bioróżnorodności (25). Ocena stopnia zrównoważenia gospodarstw przeprowadzona w Polsce za pomocą modelu RISE wykazała, że występuje niewystarczający poziom bioróżnorodności analizowanych gospodarstw o różnym profilu i intensywności produkcji w województwie lubelskim (17).

Do oceny bioróżnorodności obszarów wiejskich wykorzystuje się monitoring ptaków. Wskaźnik liczebności pospolitych ptaków krajobrazu rolniczego (Farmland Bird Index – FBI) jest jednym z oficjalnych wskaźników stanu środowiska stosowanych w krajach członkowskich UE (4, 15). FBI 23 jest zagregowanym indeksem stanu populacji 23 gatunków ptaków typowych dla siedlisk krajobrazu rolniczego dostarczającym informacji, na podstawie których możemy wnioskować o kondycji ekosystemów rolniczych. Wskaźnik FBI 23 generowany na podstawie Monitoringu Pospolitych Ptaków Lęgowych (MPPL) prowadzonego przez Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków charakteryzuje liczebność ptaków określoną w stosunku do stwierdzonego w roku bazowym – 2000 (4). Wskaźnik ten w latach 2001–2003 wykazywał spadek ich liczby o 15%, a następnie od 2005 r. powolny wzrost do poziomu wyjściowego z 2000 r. (rys. 2). Jednak w ciągu ostatnich pięciu lat notuje się silny spadek liczebności ptaków z tej grupy, który w 2013 r. osiągnął najniższy poziom w historii badań – indeks 0,82, czyli prawie 20% mniej niż w roku bazowym. Analizy wykazują, że dynamika zmian wskaźnika na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat była powiązana z postępującą intensyfikacją rolnictwa oraz z warunkami pogodowymi w okresie zimowym.



Rys. 2. Zmiany wskaźnika liczebności pospolitych ptaków krajobrazu rolniczego (FBI) w latach 2000–2013

Źródło: Biuletyn, 2013 (4) i Raport, 2010 (48)

Podsumowanie

Stosunkowo duża liczba dobrze zachowanych gatunków oraz siedlisk przyrodniczych, które w Europie uznano za zagrożone, zobowiązuje Polskę do szczególnej odpowiedzialności za ich ochronę. Utrzymanie bioróżnorodności roślin i zwierząt oraz zróżnicowania krajobrazu, zwłaszcza na obszarach szczególnie cennych przyrodniczo, jest konieczne ze względów ekonomicznych, przyrodniczych, estetycznych i kulturowych, aby przekazać Polskę następnym pokoleniom z całym bogactwem i pięknem przyrody.

Do poprawy stanu środowiska na obszarach wiejskich, w tym do utrzymywania i zwiększania różnorodności biologicznej, przyczyniają się działania podejmowane od kilku lat przez rolników w ramach spełniania wymogów wzajemnej zgodności („cross-compliance”) oraz realizacja niektórych działań w ramach PROW, takich jak program rolnośrodowiskowy w latach 2004–2006 i 2007–2013 oraz nowy program rolnośrodowiskowo-klimatyczny na lata 2014–2020. Program rolnośrodowiskowo-klimatyczny promuje gospodarowanie metodami przyjaznymi dla środowiska i ochronę zagrożonych gatunków flory i fauny (pakiety: Rolnictwo zrównoważone, Cenne siedliska i zagrożone gatunki ptaków na obszarach Natura 2000 oraz Cenne siedliska poza obszarami Natura 2000, Zachowanie zagrożonych zasobów genetycznych roślin i zwierząt w rolnictwie). Do utrzymania i zwiększania bioróżnorodności mogą

przyczynić się także inne działania PROW, jak: Rolnictwo ekologiczne, Uczestnictwo rolników w systemach jakości żywności, Inwestycje w rozwój obszarów leśnych, jak również edukacja rolników i kształtowanie świadomości ekologicznej przez właściwie dobrane programy szkoleń.

Literatura

1. Andreassen C., Stryhn H., Streibig J.C.: Decline of the flora in Danish arable fields. *J. Appl. Ecol.*, 1996, **33**: 619-626.
2. Balvanera P., Pfisterer A.B., Buchmann N., He Jing-Shen, Nakashizuka T., Raffaelli D., Schmid B.: Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecol. Lett.*, 2006, **9**: 1146-1156.
3. Banaszak J.: Local changes in the population of wild bees. *Ochr. Przyr.*, 1997, **54**: 119-30.
4. Biuletyn Monitoringu Przyrody. Monitoring Ptaków Polski w latach 2012–2013. *Bibl. Monit. Środ.*, GIOŚ, Warszawa 2013, **11(1)**: 1-72. <http://www.monitoringptakow.gios.gov.pl/aktualnosci/items/nowy-numer-biuletynu-monitoringu-przyrody> [15.09.2014]
5. Boller E.F., Häni F., Pehling H.M.: Ecological Infrastructures: Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm Level., IOBC, 2004, ss. 212.
6. Chamberlain D.E., Fuller R.J., Bunce R.G.H., Duckworth J.C., Shrubbs M.: Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *J. Appl. Ecol.*, 2000, **37**: 771-188.
7. Cirujeda A., Aibar J., Zaragoza C.: Remarkable changes of weed flora in Spanish cereal fields from 1976 to 2007. *Agron. Sustain. Dev.*, 2011, **31**: 675-688.
8. Costanza R., Fisher B., Mulder K., Liu S., Christopher T.: Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production. *Ecol. Econom.*, 2007, **61**: 478-491.
9. Dąbrowski Z.T., Wysocki C.: Potrzeba działań interdyscyplinarnych w ocenie znaczenia użytków ekologicznych i infrastruktury ekologicznej dla proekologicznej ochrony roślin. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2009, **49(3)**: 973-981.
10. Dobrzański A., Adamczewski K.: Wpływ walki z chwastami na bioróżnorodność agrofitycenozy. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 2009, **49(3)**: 982-995.
11. Duer I.: Zachwaszczenie i sposoby jego ograniczania w rolnictwie integrowanym. IUNG-PIB Puławy, 1996, ss. 36.
12. *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności.*: Luksemburg: Urząd Oficjalnych Publikacji Wspólnot Europejskich., 2008, ss. 64.
13. Erviö L.R., Salonen J.: Changes in the weed population of spring cereals in Finland. *Ann. Agr. Fenn.*, 1987, **26**: 210-226.
14. Ewald J.A., Aebischer N.J.: Pesticide use, avian food resources and bird densities in Sussex. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, JNCC Report **296**, 1999, pp. 71.
15. Faber A.: Przegląd wskaźników rolnośrodowiskowych zalecanych do stosowania w ocenie zrównoważonego gospodarowania w rolnictwie. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2007, **5**: 9-24.
16. Fagan K.C., Pywell R.F., Bullock J.M., Marrs R.H.: Do restored calcareous grasslands on former arable fields resemble ancient targets? The effect of time, methods and environment on outcomes. *J. Appl. Ecol.*, 2008, **45(4)**: 1293-1303.

17. Feledyn-Szewczyk B., Kopiński J.: Ocena stopnia zrównoważenia wybranych gospodarstw za pomocą modelu RISE, *Fragm. Agron.*, 2010, **4**: 25-33.
18. Feledyn-Szewczyk B.: Wpływ sposobu użytkowania gruntów na różnorodność gatunkową flory segetalnej. Monografie i Rozprawy Naukowe, IUNG-PIB, Puławy, 2013, **36**: 1-184.
19. Flohre A., Rudnick M., Traser G., Tschardt T., Eggers T.: Does soil biota benefit from organic farming in complex vs. simple landscape? *Agr. Ecosyst. Environ.*, 2011, **141(1-2)**: 210-214.
20. Gabriel D., Thies C., Tschardt T.: Local diversity of arable weeds increases with landscape complexity. *Perspect. Plant Ecol., Evol. System.*, 2005, **7**: 85-93.
21. Gerowitt B., Bertke E., Hespelt S.K., Tute C.: Towards multifunctional agriculture – weeds as ecological goods? *Weed Res.*, 2003, **43**: 227-235.
22. Haines-Young R., Potschin M.: The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: *Ecosystem Ecology: a new synthesis*, Raffaelli, D., Frid C. (eds). BES Ecological Reviews Series, CUP, Cambridge, 2010, pp. 110-139.
23. Harasim A.: Dobór wskaźników do oceny regionalnego zróżnicowania rolnictwa. Raporty PIB, IUNG-PIB Puławy, 2006, **3**: 61-69.
24. Harasim A.: Ocena produkcji roślinnej na gruntach ornych w gospodarstwie rolniczym w ujęciu długookresowym. Monografie i Rozprawy Naukowe, IUNG-PIB Puławy, 2012, **34**: 1-63.
25. Herzog F., Balázs K., Dennis P., Friedel J., Geijzenborffer I., Jeanneret P., Kainz M., Pointereau P.: Biodiversity Indicators for European Farming Systems. A Guidebook. Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, 2012, pp. 105.
26. Hochół T.: Chwasty czy rośliny towarzyszące uprawom. *Pam. Puł.*, 2003, **134**: 90-96.
27. Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V., Evans A.D.: Does organic farming benefit biodiversity? *Biol. Conserv.*, 2005, **122**: 113-130.
28. Hyvönen T., Ketoja E., Salonen J., Jalli H., Tiainen J.: Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 2003, **97**: 131-149.
29. Igras J., Kopiński J.: Zużycie nawozów mineralnych i naturalnych w układzie regionalnym. Raporty PIB, IUNG-PIB Puławy, 2007, **3**: 107-115.
30. Jakubowski W.: Próba oceny różnorodności biologicznej krajobrazu rolniczego Polski. *Woda Środ. Obsz. Wiejsk.*, 2007, **7(1)**: 79-90.
31. Jaskulski D., Jaskulska I.: Bioróżnorodność agroekosystemów i krajobrazu rolniczego a polowa produkcja roślinna. *Post. Nauk Rol.* 2006, **4**: 43-53.
32. Jędruszczak M., Antoszek R.: Sposoby uprawy roli a bioróżnorodność zbiorowisk chwastów w monokulturze pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricult.*, 2004, **3(2)**: 47-59.
33. José-Maria L., Armengot L., Blanco-Moreno J.M., Bassa M., Sans F.: Effects of agricultural intensification on plant diversity in Mediterranean dryland cereal fields. *J. Appl. Ecol.*, 2010, **47**: 832-840.
34. Kleijn D., Sutherland W.J.: How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *J. Appl. Ecol.*, 2003, **40**: 947-969.
35. Klein A.M., Vaissiere B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C., Tschardt T.: Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. Royal Soc. London, Ser. B, Biol. Sci.*, 2007, **274(1608)**: 303-313.
36. Kopiński J., Krasowicz S.: Regionalne zróżnicowanie warunków produkcji rolniczej w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2010, **22**: 9-29.

37. Kuś J.: Systemy gospodarowania w rolnictwie. Rolnictwo ekologiczne. Mat. Szkol., IUNG Puławy, 1995, **45**: 1-62.
38. Kuś J., Stalenga J.: Perspektywy rozwoju różnych systemów produkcji rolniczej w Polsce. Biul. IHAR, 2006, **242**: 15-25.
39. Krasowicz S.: W Polsce powinno dominować rolnictwo zrównoważone. W: Przyszłość sektora rolno-spożywczego i obszarów wiejskich, A. Harasim (red.). IUNG-PIB Puławy, 2009, 21-38.
40. Lavelle P.T., Decaens M., Aubert M., Barot S., Blouin M., Bureau F., Margerie P., Mora P., Rossi J.P.: Soil invertebrates and ecosystem services. *Europ. J. Soil Biol.*, 2006, **42**(suppl. 1): S3-S15.
41. Mace G.M., Norris K., Fitter A.H.: Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends Ecol. Evol.*, 2012, **27**(1): 19-26.
42. Malicki L., Kurus J., Pałys E., Podstawka-Chmielewska E.: Fitocenoza odłogu na glebie lekkiej i ciężkiej jako element krajobrazu rolniczego. *Fragm. Agron.* 2002, **1**: 32-40.
43. Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R., Ward L.K.: The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Res.*, 2003, **43**(2): 77-89.
44. Miklaszewska K., Adamczewski K.: Czy chwasty są dobrem ekologicznym? *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2004, **44**(1): 240-247.
45. Pfißner L., Luka H.: Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders – a paired farm approach. *Basic Appl. Ecol.*, 2003, **4**: 117-127.
46. Prognoza oddziaływania na środowisko projektu PROW na lata 2007-2013. Konsorcjum: Agrotec Polska Sp. z o.o., Agrotec SpA, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2006, ss. 143.
47. Pruszyński S.: Ochrona roślin w różnych systemach produkcji a różnorodność biologiczna. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2009, **49**(3): 1091-1101.
48. Raport o stanie środowiska w Polsce. *Bibl. Monit. Środ.*, GIOŚ, Warszawa, 2010, ss.123.
49. Rosin Z.M., Takacs V., Báldi A., Banaszak-Cibicka W., Dajdok Z., Dolata P.T., Kwieciński Z., Langowska A., Moroń D., Skórka P., Tobółka M., Tryjanowski P., Wuczyński A.: Koncepcja świadczeń ekosystemowych i jej znaczenie w ochronie przyrody krajobrazu rolniczego. *Chroń. Przyr. Ojcz.*, 2011, **67**(1): 3-20.
50. Roschewitz I., Gabriel D., Tscharnatke T., Thies C.: The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. *J. Appl. Ecol.*, 2005, **42**: 873-882.
51. Sekutowski T., Smagacz J.: Podobieństwo glebowego banku nasion i aktualnego stanu zachwaszczenia w uprawie pszenicy ozimej. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2011, **56**(4): 93-98.
52. Smith H.G., Firbank L.G., Macdonald D.W.: Uncropped edges of arable fields managed for biodiversity do not increase weed occurrence in adjacent crops. *Biol. Conserv.*, 1999, **89**: 107-111.
53. Solon J.: Koncepcja „Ecosystem services” i jej zastosowania w badaniach ekologiczno-krajo-
brazowych. W: Struktura i funkcjonowanie systemów krajo-
brazowych: meta – analizy, modele, teorie i ich zastosowania, T.J. Chmielewski (red.). *Probl. Ekol. Krajoobr.* 2008, **21**: 25-44.
54. Stuczyński T., Jończyk K., Korzeniowska-Puculek R., Kuś J., Terelak H.: Warunki przyrodnicze ekologicznej produkcji rolniczej a jej stan obecny na obszarze Polski. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2007, **5**: 55-78.

55. Trąbka C., Wołański P.: Łąki naturalne jako pożytki dla pszczół. Zesz. Nauk AR Wrocław, 1999, **361**: 251-256.
56. Tryjanowski P., Dajok Z., Kujawa K., Kałuski T., Mrówczyński M.: Zagrożenia różnorodności biologicznej w krajobrazie rolniczym: czy badania wykonywane w Europie Zachodniej pozwalają na poprawną diagnozę w Polsce?, Polish J. Agron., 2011, **7**: 113-119.
57. Tschardt T., Klein A.M., Kruess A., Steffan-Dewenter I., Thies C.: Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. Ecol. Lett., 2005, **8**: 857-874.
58. United Nation 1992. Convention on Biological Diversity, Rio de Janeiro, 5 June 1992, United Nation Treaty Series. **1760**, I-30619: 143-382.
59. Urm ler U.: Changes in earthworm populations during conversion from conventional to organic farming. Agric. Ecosyst. Environ., 2010, **135(3)**: 194-198.
60. van Elsen T.: Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. Agric. Ecosyst. Environ., 2000, **77**: 101-109.
61. Weibull A.Ch., Östman Ö., Granquist Å.: Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. Biodiv. Conserv., 2003, **12**: 1335-1355.
62. Wilson J.D., Morris A.J., Arroyo B.E., Clark S.C., Bradbury R.B.: A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. Agric. Ecosyst. Environ., 1999, **75**: 13-30.
63. Wuczyński A., Kujawa K., Dajdok Z., Grzesiak W.: Species richness and composition of birds communities in various field margins of Poland. Agric. Ecos. Env., 2011, **141**: 202-209.
64. Wyłupek T.: Różnorodność florystyczna oraz walory przyrodnicze użytków zielonych w dolinie Poru. Fragm. Agron., 2002, **1**: 213-223.
65. Zajac M., Zajac A., Tokarska-Guzik B.: Extinct and endangered archaeophytes and the dynamics of their diversity in Poland. Biodiv. Res. Conserv. 2009, **13**: 17-24.

Adres do korespondencji:

dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (81) 886 34 21, w. 327
e-mail: bszewczyk@iung.pulawy.pl