

ANDRZEJ KĘDZIORA, JERZY KARG

Zagrożenia i ochrona różnorodności biologicznej

Termin *biodiversity* (bioróżnorodność) został pierwszy raz użyty przez Raymonda Dalesmana (1968) w książce, w której uzasadniał potrzebę ochrony przyrody. Przez 10 lat termin ten nie był akceptowany przez społeczność naukowców. Dopiero w 1980 roku termin ten użyty przez Thomasa Lovejoya w przedmowie do książki *Conservation Biology* został wprowadzony do terminologii naukowej (Soulé & Wilcom 1980). Jest wiele definicji bioróżnorodności, a jedną z ostatnio sformułowanych jest definicja zamieszczona w Milenijnym Przeglądzie Ekosystemów (*Millenium Ecosystem Assessment, MEA 2005*): „Bioróżnorodność jest zmiennością żywych organizmów wszystkich środowisk występujących na Ziemi, włączając w to siedliska lądowe, morskie, inne ekosystemy wodne oraz ekologiczne kompleksy złożone z tych siedlisk; obejmuje ona zróżnicowanie wewnątrzgatunkowe, między gatunkami i zróżnicowanie ekosystemów. Bioróżnorodność tworzy podstawę szerokiego wachlarza świadczeń ekosystemów, który w istotny sposób kształtuje dobrobyt człowieka.”

Obecnie znanych jest na świecie około 1,4 mln gatunków, a w Polsce nieco ponad 60 000 gatunków, z czego królestwo grzybów obejmuje 3630 gatunków, królestwo roślin 16 275, pierwotniaków 1152 i królestwo zwierząt 35 368 (Andrzejewski i Weigle 2003). Ponad połowa wszystkich zarejestrowanych na Ziemi gatunków egzystuje w tropikalnych lasach deszczowych, zgodnie z zasadą wzrostu gradientu różnorodności w kierunku równika. W ostatnich dziesiątkach lat ubiegłego wieku obserwuje się szybki spadek bioróżnorodności na świecie.

Rolnictwo jest często postrzegane jako jedno z głównych zagrożeń bioróżnorodności. Negatywny wpływ agrotechnologii na bioróżnorodność jest dobrze znany, ale środowiska ostojowe w krajobrazie rolniczym mogą równoważyć spadek bioróżnorodności spowodowany intensyfikacją produkcji rolniczej. Celem zwiększenia produkcji, rolnicy upraszczają strukturę upraw, eliminując gatunki „niepożądane” i tworząc wielkoobszarowe pola, które łatwo jest uprawiać maszynowo. Miedze, zadrzewienia, oczka wodne, środowiska trawiaste, mokradła itp. są usuwane. Upraszczenie krajobrazu, podobnie jak zabiegi agrotechniczne, eliminują wiele gatunków zwierząt. Eliminacja refugium, stosowanie pestycydów, intensywne orka oraz pogarszanie się warunków wodnych w glebie

jest zagrożeniem dla istnienia roślin i zwierząt. Problem ochrony żywych zasobów przyrody staje się centralnym problemem nie tylko dla naukowców, ale także dla organów politycznych i administracyjnych oraz przedstawicieli społeczeństwa obywatelskiego, zwłaszcza odkąd okazało się, że gatunki flory i fauny zanikają w alarmującym tempie (Wilson, Peter 1988). Zamiana dziewiczych ekosystemów w pola uprawne i intensyfikacja produkcji rolniczej doprowadziły do zubożenia bioróżnorodności (Wilson 1992; Karg, Ryszkowski 1996; Bourdeau 2001; Loreau i in. 2002). W uznaniu wagi sprawy politycy przyjęli na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro w roku 1992 Międzynarodową Konwencję o Różnorodności Biologicznej (zob. COM 1999).

Gospodarka leśna zagraża różnorodności głównie poprzez stosowanie niewłaściwych metod (zręby zupełne, głęboka orka, usuwanie suszu), nawożenia, chemicznych środków ochrony oraz poprzez niewłaściwe zalesiania (np. terenów zabagnionych).

W historii życia na Ziemi, która zaczęła się około 3,5 mld lat temu (gdy pojawiły się stromatolity, a około 1,8 mld lat temu pojawiły się pierwsze organizmy eukariotyczne), wielokrotnie miały miejsce epizody wymierań gatunków, po których następowały okresy wzmożonej specjacji, i w efekcie, pomimo kolejnych okresów wymiany niemal wszystkich gatunków, różnorodność stale wzrastała. Obecnie znajdujemy się w trakcie kolejnego (szóstego) epizodu wielkich wymierań, za które odpowiedzialny jest w znacznej mierze człowiek, a tempo obecnego wymierania gatunków jest tysiące razy szybsze niż we wszystkich poprzednich. Szacuje się, że obecnie co 20 minut ginie gatunek, podczas gdy tempo wymierania w przeszłości wynosiło jeden na milion gatunków rocznie.

Wśród ocalałych grup gatunków w pełni dziś rozpoznanych około 20% jest zagrożone. Najwięcej zagrożonych gatunków stwierdzono w wodnych ekosystemach lądowych (małe śródpolne zbiorniki wodne, oczka polodowcowe, rowy itd. Obecnie 10 do 30% gatunków ssaków, ptaków, gadów, płazów i drzew jest zagrożonych wyginięciem (IPCC 2007).

Najważniejszymi czynnikami napędzającymi tempo spadku bioróżnorodności i pogarszania świadczeń ekosystemów jest zmiana siedlisk, zmiana klimatu, napływ gatunków inwazyjnych, nadmierne eksploatowanie zasobów żywych i zanieczyszczenie środowiska (MEA 2005).

Zmiany siedlisk. Działalność człowieka zwykle niekorzystnie wpływała i wpływa na bioróżnorodność, a szczególnie od kilku tysięcy lat, odkąd rolnictwo stało się podstawowym sposobem produkcji żywności. Przez niewłaściwe użytkowanie środowiska doprowadzono do degradacji gleby, wody i szaty roślinnej. W ciągu wielu tysięcy lat działalności człowieka powierzchnia leśna na Ziemi zmniejszyła się z 50 do 30%, a proces ten postępuje coraz szybciej. Do roku 1990 zniknęło prawie 70% lasów, zadrzewień i zakrzaczów w rejonie Morza Śródziemnego. W rejonie Karaibów powierzchnia zajęta przez rafy koralowe uległa zmniejszeniu z 50 do 10% w ciągu ostatnich 30 lat, a około 35% roślin mangrowych zostało straconych w ciągu ostatnich 20 lat (MEA 2005).

Jednym z najważniejszych przekształceń powierzchni Ziemi spowodowanych przez człowieka jest przekształcenie ekosystemów stabilnych, takich jak lasy, pastwiska czy zbiorniki wodne, w niestabilne, takie jak pola uprawne czy tereny zabudowane. Takie zmiany użytkowania ziemi wpływają niekorzystnie na świadczenia ekosystemów i na bioróżnorodność. Obecnie w Europie obserwuje się proces zalesiania nowych terenów. Jednak w większości rejonów świata, a szczególnie w Afryce, Ameryce Południowej i Azji, postępuje szybki proces wylesiania. Dzisiaj 40% obszarów lądowych jest wykorzystywanych rolniczo, a 30% pokrywają lasy. W krajach rozwijających się 70% ludności żyje na wsi, gdzie rolnictwo warunkuje ich istnienie (Easterling i in. 2007). W Polsce obserwuje się wzrost obszarów upraw zbożowych. Rolnictwo zajmuje 60% obszaru kraju, a tereny upraw zbożowych zajmują 32% powierzchni kraju (więcej niż lasy, które pokrywają 28% powierzchni), stanowiąc 85% terenów ornych (Karg 2009, Kędziora i Karg 2010).

Tak więc uprawy zbożowe nie tylko stanowią dominujący element krajobrazu wiejskiego, ale wpływają na rozmieszczenie wielu organizmów i na perspektywy ich przetrwania i migracji.

Zmiany klimatu. Obserwowane ostatnio zmiany klimatyczne, szczególnie wzrost temperatury, już wywarły wpływ na bioróżnorodność i na ekosystemy. Stwierdzono zmiany w rozmieszczeniu gatunków, wielkości populacji, czasie trwania reprodukcji (skrócenie) i przypadki migracji oraz zwiększenia częstotliwości gradacji szkodników i chorób. Wiele raf koralowych uległo znacznemu zbieleniu (choć w wielu przypadkach odwracalnemu), kiedy temperatura powierzchni morza wzrosła o 0,5-1 ° ponad średnią dla najcieplejszych miesięcy. Z końcem obecnego wieku zmiany klimatyczne i ich oddziaływanie mogą okazać się głównym czynnikiem spadku bioróżnorodności i pogorszenia się świadczeń ekosystemów w skali globalnej.

Ocieplenie klimatu może w sposób bezpośredni wywoływać wymieranie gatunków. Rosnąca temperatura może przekroczyć pewien, specyficzny dla niektórych patogenów próg termiczny i warunki klimatyczne będą optymalne dla tych szkodników, co może doprowadzić do ich gradacji. Spektakularnym przykładem jest wymieranie żab arlekiniowych (*Atelopus sp.*) i złotych ropuch (*Bufo periglenes*) żyjących w Ameryce Środkowej i Południowej. Ponad 60% tych żab wyginęło w okresie 1980-1990 (Pouns J. et al. 2006). Powstała hipoteza, że wzrost temperatury przyczynił się do rozwoju chorób tych zwierząt. Jednak ostatnie badania w regionie Monteverdi (Kostaryka) (Pounds i in. 2006) wykazały, że zmiany klimatyczne doprowadziły do powstania w tym regionie optymalnego mikroklimatu dla grzybów chytride (*Batrachochytrium dendrobatidis*). Grzyby te infekują płazy, powodując chorobę chytridiomycosis, polegającą na twardnieniu skóry uniemożliwiającym oddychanie i w konsekwencji śmierć organizmu. To jest uznawane za główną przyczynę wymierania płazów w Ameryce, wschodniej Australii, na Dominikanie i na Karaibach. Nie ma dzisiaj skutecznego sposobu na ograniczenie tej choroby

w dzikich populacjach płazów. Jest nią zagrożone 30% populacji płazów na całym świecie (Stuart i in. 2004).

Także w Wielkopolsce badania prowadzone w okolicach Turwi wykazały, że zmiany klimatyczne spowodowały wzrost liczebności gatunków preferujących ciepłe i suche siedliska, a spadek tych, które wolą siedliska wilgotne (tab. 1).

Tabela 1. Rodziny owadów wykazujące rosnący lub malejący trend pojawiania się w okresie 1984-2004 w krajobrazie Turwi w Wielkopolsce

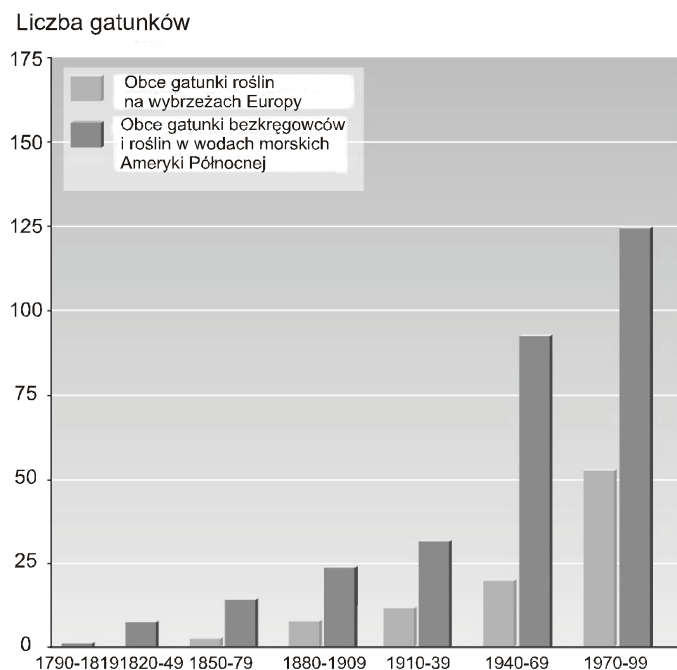
Trend rosnący		Trend malejący	
Rodzina	Preferowane siedliska	Rodzina	Preferowane siedliska
<i>Forficulidae</i>	różne, raczej ciepłe	<i>Nymphalidae</i>	łąki
<i>Plutellidae</i>	różne, raczej ciepłe	<i>Acridiidae</i> <i>Triozidae</i>	łąki
<i>Cydnidae</i>	ciepłe	<i>Psyllidae</i>	rośliny zielne
<i>Lygacidae</i>	ciepłe	<i>Stratiomyidae</i>	rośliny zielne
<i>Anthicidae</i>	bardzo ciepłe	<i>Fungivoridae</i>	wilgotne
<i>Tettigonidae</i>	suche	<i>Psychodidae</i>	wilgotne
<i>Dryinidae</i>	raczej suche (pasożyty)		zbiorniki wodne
<i>Cantharidae</i>	różne (drapieżniki)		

Gatunki inwazyjne. Te gatunki są groźne dla rodzimej bioróżnorodności na różne sposoby; jako konkurenci, drapieżcy, pasożyty lub przez roznoszenie chorób. Mogą one powodować ekonomiczne i środowiskowe szkody albo niekorzystnie oddziaływać na zdrowie ludzkie. Są jednym z najpoważniejszych zagrożeń bioróżnorodności. Rozprzestrzenianie się gatunków inwazyjnych wzrasta wraz ze wzrostem wymiany handlowej i podróży, włączając w to turystykę (ryc. 1).

Jest to nieunikniony efekt globalizacji. Efektem światowego wymierania niektórych gatunków i inwazji innych jest spadek bioróżnorodności. Jednocześnie świat organizmów żywych staje się coraz bardziej podatny na dominację gatunków szybko rozprzestrzeniających się, dobrze przystosowanych do życia w bliskości człowieka.

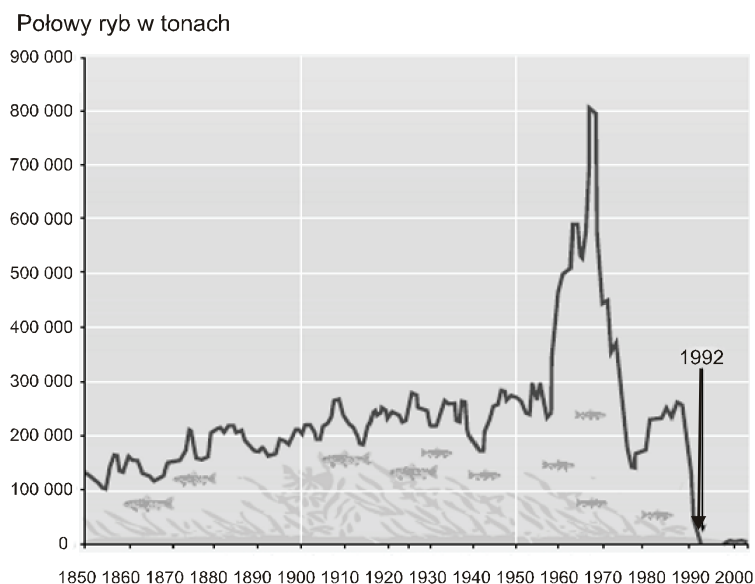
Pimental (2005) oszacował ekonomiczne straty spowodowane przez obce gatunki roślin i zwierząt w Stanach Zjednoczonych, na Wyspach Brytyjskich, w Południowej Afryce, w Indiach i w Brazylii. Stwierdził, że ponad 120 tys. obcych gatunków skolonizowało te kraje, a spowodowane przez nie szkody i koszty ich kontroli wyniosły ponad 314 mld dol. Nawet jeżeli te szacunki są dyskusyjne, to jednak wskazują one na ważny problem inwazji obcych gatunków potęgowanej przez globalizację świata.

Nadmierna eksploatacja. Poważnym zagrożeniem, szczególnie dla wielu gatunków ryb, drzew i bezkręgowców, jest przeeksplataowanie ekosystemów. To jest wielkie zagrożenie, szczególnie dla morskich ryb i bezkręgowców, drzew i zwierząt łownych.



Źródło: Milenijny Przegląd Ekosystemów

Ryc. 1. Wzrost liczby gatunków obcych stwierdzony w wodach wybrzeży Europy i Ameryki Północnej



Ryc. 2. Załamanie się połowów dorsza atlantyckiego (Millennium Ecosystems Assessment, 2005)

Egzystencja ludzkości zawsze wymagała korzystania z przyrody dla pozyskania żywności, odzienia i schronienia. Ale ludzi było na świecie znacznie mniej niż teraz, więc korzystanie z przyrody nie zagrażało środowisku. Niestety, dzisiaj wiele gatunków pozyskuje się w ilościach znacznie przekraczających możliwości samoregeneracyjne (ryc. 2).

Dla ekosystemów morskich dominującym czynnikiem zmian globalnych są nadmierne połowy ryb. Zapotrzebowanie na pozyskiwanie ryb jako żywności dla rosnącej populacji ludzkiej grozi długotrwałym załamaniem się regionalnego morskiego rybołówstwa. Obecnie $\frac{3}{4}$ światowych łowisk morskich jest albo w pełni eksploatowane (50%), albo przeeksploatowane (25%).

Zanieczyszczenia. Zanieczyszczenia powietrza, wody i gleby mogą wpływać na organizmy żywe w różny sposób, od tempa wzrostu roślin, przez zmianę sposobu reprodukcji do, w pewnych przypadkach, wymarcia. Nadmiar zanieczyszczeń środowiska może osłabić rodzime gatunki i zwiększyć ich podatność na inne szkodliwe dla nich czynniki, takie jak zmiany siedliska czy przeciwstawienie się gatunkom inwazyjnym. Szóste wielkie wymieranie dzieje się na naszych oczach, a kryzys ten jest wynikiem sukcesu demograficznego człowieka, przy czym kraje najuboższe dysponują największymi zasobami różnorodności (bogactwo lasów tropikalnych). Natomiast flora i fauna krajów najbogatszych są stosunkowo ubogie, ale właśnie na ich ochronę zwraca się dużą uwagę i przeznaczają znaczne środki (różne programy ochronne, często obejmujące wiele państw, jak na przykład Natura 2000 w Europie), podczas gdy w krajach biednych bezwzględna eksploatacja zasobów jest wciąż niemożliwa do opanowania.

Co można zrobić?

Wilson (1999) proponuje pewne rozwiązania mające na celu próby zahamowania spadku różnorodności biologicznej, które mają charakter uniwersalny:

- 1) Intensyfikacja badań ukierunkowanych na inwentaryzację gatunków. Nauce znanych jest, jak wspomniano wyżej, nieco ponad 1,4 mln gatunków, podczas gdy całkowita ich liczba szacowana jest na 10-100 mln.
- 2) Tworzenie bogactwa biologicznego. Ocena potencjału ekonomicznego ekosystemów w celu optymalizacji ich przyszłego zagospodarowania. Najważniejsze są tutaj właściwości chemiczne organizmów (nowe farmaceutyki, repelenty, auksyny itp.). Duże znaczenie w odkrywaniu nowych, pożytecznych związków może mieć czerpanie z ludowej farmakopei. Powstają instytucje prowadzące taką działalność.
- 3) Upowszechnianie zasad zrównoważonego rozwoju. Powstają projekty gospodarowania na obszarach puszczy tropikalnych bez wyrębu drzew, natomiast z wykorzystaniem wszystkich innych produktów, jakie dostarczają lasy deszczowe (Brazylia, Peru). Istotne jest również upowszechnianie nowych, mniej szkodliwych dla utrzymania wysokiego poziomu różnorodności ekstensywnych metod pozyskiwania drewna (rębni smugowa).

- 4) Zachowanie gatunków zagrożonych i ginących (banki nasion, hodowla *ex situ*).
- 5) Odtworzenie ekosystemów naturalnych. Powiększanie istniejących naturalnych enklaw do rozmiarów zapewniających ich przetrwanie (istniejące programy restytucji lasów, sawann, bagien).

Aby powyższe plany mogły być zrealizowane, konieczne jest oparcie się na wiedzy, kodeksach etycznych (jeszcze nieistniejących) i właściwej polityce rządów.

W Polsce, podobnie jak w większości krajów Europy, poziom ochrony różnorodności jest stosunkowo wysoki. Prowadzone są działania na wielu płaszczyznach, od programów o zasięgu międzynarodowym, prawnej ochrony gatunków i tworzenia obszarów chronionych (parki narodowe, krajobrazowe, rezerваты itp.) po ochronę *ex situ* w ogrodach botanicznych i zoologicznych. Bardzo ważne są działania z zakresu inżynierii krajobrazowej w krajobrazach rolniczych, dominujących w Polsce.

Prowadzone przez Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu długoterminowe badania wykazały na przykład, że wzrost złożoności krajobrazu rolniczego, głównie przez wprowadzanie „nieproduktywnych” elementów środowiska, takich jak np. zadrzewienia, łąki, zakrzaczenia i małe oczka wodne, jest jednym z najlepszych narzędzi kontroli obiegu wody, zanieczyszczeń chemicznych wód powierzchniowych i gruntowych, a także wpływa na bogactwo flory i fauny.

Wyniki długoterminowych badań nad zgrupowaniami owadów epigeionu posłużyły do oceny możliwości ochrony bioróżnorodności w krajobrazie rolniczym. W krajobrazie mozaikowym z zadrzewieniami stwierdzono większą liczbę rodzin owadów. Struktura krajobrazu wywiera wyraźny wpływ na owady osiadłe, podczas gdy na pojawiające się okresowo nie ma wpływu. Głównym czynnikiem przeciwdziałającym zmniejszaniu bioróżnorodności w agroekosystemach jest mozaikowość struktury krajobrazu i obecność systemów refugialnych. Negatywny wpływ agrotechnologii na bioróżnorodność jest dobrze znany, ale środowiska ostojowe w krajobrazie rolniczym mogą równoważyć spadek bioróżnorodności spowodowany intensyfikacją produkcji rolniczej. W celu zwiększenia produkcji, rolnicy upraszczają strukturę upraw, eliminując gatunki „niepożądane” i tworząc wielkoobszarowe pola, które łatwo jest uprawiać maszynowo. Miedze, zadrzewienia, oczka wodne, środowiska trawiaste itp. są usuwane. Upraszczenie krajobrazu, podobnie jak niektóre zabiegi agrotechniczne, eliminują wiele gatunków zwierząt. Wzbogacanie krajobrazu w zadrzewienia śródpolne zwiększa między innymi bogactwo gatunkowe ptaków. Liczba gatunków ptaków gniazdujących w krajobrazie rolniczym i ich zagęszczenie wzrastają wraz ze wzrostem pokrycia terenu zadrzewieniami.

Literatura

Andrzejewski R., Weigle A. (2003) *Różnorodność biologiczna Polski*. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska.

- Bourdeau P. (2001) *Biodiversity*. [W:] *Our fragile world*, M. K. Tolba (red.), EOLSS Publishers, Oxford: 299-308.
- COM 1999, 22 final (1999) *Direction towards sustainable agriculture*. Commission of the European Communities. Brussels.
- Dalesman R.F. (1968) *A Different Kind of Country*. MacMillan Company, New York.
- Easterling W.E., Aggarwal P.K., Batima P. et al. (2007) Food, fibre and forest products. [W:] *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change red.: M.L. Parry et al. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 273-313.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Karg J., Ryszkowski L. (1996) *Animals in arable land*. [W:] *Dynamics of an Agricultural Landscape* (red.: L. Ryszkowski, N. French, A. Kędziora), Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Poznań, 138-172.
- Karg J. (2009) *Changes of biodiversity of agricultural landscape as a result of climate and land use changes*. Abstract. 10 INTECOL, Brisbane. 16-21 August 2009.
- Kędziora A., Karg J. (2010) *Biodiversity of agricultural landscape*. [W:] *Restoration of Endangered and Extinct Animals* (red. Słomski R.). Poznań University of Life Sciences: 95 -112.
- Kujawa K. (1997) *Relationships between the structure of mid-field woods and their breeding bird communities*. Acta Orn. 32: 175-184.
- Loreau M., Naeem S., Inchausti P. (red.) (2002) *Biodiversity and Ecosystem Functioning*. Oxford University Press. Oxford.
- Mackenzie A., Ball A., Virdee S. (2007) *Krótkie wykłady – ekologia*. PWN, Warszawa.
- Millennium Ecosystem Assessment* (2005). Island Press. Washington, DC.
- Pimentel D. (2005) *The economics of invasive*. „Ecological Economics” 52: 273-268.
- Pounds J.A., Bustamante M.R., Coloma A.L. et al. (2006) *Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming*. „Nature” 439: 161-167 (12 January 2006).
- Soulé M.E., Wilcox B.A. (1980) *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.
- Stuart S.N., Chanson J.S., Cox N.A. et al. (2004) *Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide*. „Science” 306: 1783-1786.
- Wilson E.O. (1992) *The Diversity of Life*. The Belknap Press, Cambridge.
- Wilson E.O., Peter F.M. (red) (1988) *Biodiversity*. National Academy Press. Washington DC.
- Wilson E. (1999) *Różnorodność życia*. PWN, Warszawa.

Risks to biological diversity

Essential risks to biological diversity on Earth are reviewed. In the history of our planet, several episodes of species die-back have been noted, yet the present process of biodiversity loss is particular. It has been largely caused by man and much faster than in past epochs. Biodiversity is threatened by changes of habitats, therein: agriculture, deforestation, urbanization, climate change, invasive species, excessive exploitation of living resources, and environmental pollution. Possibilities of protecting the biological diversity are presented, with particular focus on agro-ecosystems.

Key words: biological diversity, nature protection, ecosystems, ecosystem services