

Koncepcja świadczeń ekosystemowych i jej znaczenie w ochronie przyrody krajobrazu rolniczego

Ecosystem services as an efficient tool of nature conservation: a view from the Polish farmland

ZUZANNA M. ROSIN¹, VIKTORIA TAKACS², ANDRÁS BÁLDI³, WERONIKA BANASZAK-CIBICKA², ZYGMUNT DAJDOK⁴, PAWEŁ T. DOLATA⁵, ZBIGNIEW KWIECIŃSKI², ALEKSANDRA ŁANGOWSKA², DAWID MOROŃ⁶, PIOTR SKÓRKA², MARCIN TOBÓŁKA², PIOTR TRYJANOWSKI², ANDRZEJ WUCZYŃSKI⁷

¹ Zakład Biologii Komórki, Instytut Biologii Eksperymentalnej
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
61–614 Poznań, ul. Umultowska 89
e-mail: zuziarosin@o2.pl

² Instytut Zoologii, Uniwersytet Przyrodniczy
60–625 Poznań, ul. Wojska Polskiego 71 C
e-mail: matczak@amu.edu.pl, banaszak@up.poznan.pl, zookwiatek@interia.pl, alango@up.poznan.pl, skorasp@poczta.onet.pl, marcin_tobolka@o2.pl, piotr.tryjanowski@gmail.com

³ Animal Ecology Research Group
Hungarian Academy of Sciences and Hungarian Natural History Museum Budapest
Ludovika tér 2, Budapest, Hungary
e-mail: baldi@nhmus.hu

⁴ Zakład Bioróżnorodności i Ochrony Szaty Roślinnej, Instytut Biologii Roślin
Uniwersytet Wrocławski
50–328 Wrocław, ul. Kanonia 6/8
e-mail: dajdokz@biol.uni.wroc.pl

⁵ Południowowielkopolska Grupa Ogólnopolskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków
63–400 Ostrów Wielkopolski, ul. Wrocławska 60 A/7
e-mail: p.dolata@op.pl

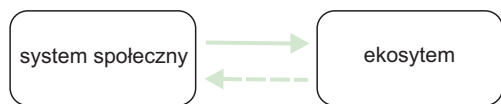
⁶ Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt, Polska Akademia Nauk
31–016 Kraków, ul. Sławkowska 17
e-mail: dawidmoron@poczta.onet.pl

⁷ Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk, Dolnośląska Stacja Terenowa
50–449 Wrocław, ul. Podwale 75
e-mail: a.wuczynski@pwr.wroc.pl

Wprowadzenie

Dotychczasowy wzorzec ochrony przyrody polegał na stworzeniu norm prawnych i regulacji mających przekonać człowieka, by nie niszczył

czył cennych roślin i zwierząt oraz ich siedlisk. Metody ochrony przyrody były skoncentrowane na relacji system społeczny – ekosystem (ryc. 1). Formy ochrony tego rodzaju są ważne, jednak, biorąc pod uwagę funkcjonowanie re-



Ryc. 1. Wzajemne oddziaływanie pomiędzy systemem społecznym a ekosystemem

Fig. 1. Interactions between society and an ecosystem

alnego świata, nie mogą być w pełni skuteczne. Potrzebna jest zatem argumentacja na tyle efektywna, by przekonać np. rolników czy też przedsiębiorców do nieco innego sposobu prowadzenia swojej działalności oraz inwestowania środków finansowych w ochronę przyrody (Manfredo 2008; Żylicz 2010).

Choć już wielcy filozofowie, np. Arystoteles, dawno temu zauważyli, że poczucie szczęścia jednostek zależy od kontaktu ze środowiskiem naturalnym („dusza cieszy się, kiedy człowiek obserwuje przyrodę” – Arystoteles, *O duszy*), to ekonomiści, socjologowie, a nawet biolodzy dopiero ostatnio zaczęli zwracać uwagę na znaczenie wpływu środowiska na funkcjonowanie społeczeństw. Degradacja środowiska naturalnego prowadzi do wielu zagrożeń, m.in. niedostatku żywności, ekstremalnych zjawisk przyrodniczych, a w konsekwencji do poważnych napięć społecznych czy nawet konfliktów zbrojnych. Ludzie potrzebują zasobów i funkcji pełnionych przez przyrodę – produktów rolnych, czystej wody oraz atmosfery, regulacji klimatu, obiegu pierwiastków itd. Degradacja środowiska prowadzi do zmian, których odwrócenie jest bardzo kosztowne, a czasem wręcz niemożliwe. Nietrudno wymienić i oszacować korzyści dostarczane przez dobrze funkcjonujące środowisko naturalne. Poza tym, dostęp do przyrody jest jednym z ważnych elementów jakości życia i wyznacznikiem dobrostanu człowieka. Okazuje się więc, że skuteczna ochrona przyrody powinna również obejmować relację przyroda – człowiek (ryc. 1), tym samym zasadniczą rolę mogą odgrywać dobre odwołania socjologiczne, szerokie i powszechne zrozumienie zysków i kosztów ochrony przyrody.

Wiedza o korzyściach, jakie człowiek czerpie ze środowiska naturalnego, jest podsta-

wą rozwijanej obecnie intensywnie koncepcji świadczeń ekosystemowych (*ecosystem services*; dalej: ES). Pojęcie świadczeń ekosystemowych w znaczeniu ogólnym jest definiowane jako zestaw wytworów (np. drewno, owoce leśne, zwierzyzna łowna) i funkcji ekosystemów (np. oczyszczanie wody i powietrza, produkcja tlenu, miejsca rekreacji), z których korzysta społeczeństwo (Costanza i in. 1997; Solon 2008). Świadczenia oferowane człowiekowi przez przyrodę ze względu na ich funkcje i efekty dzieli się na następujące kategorie: świadczenia zaopatrzeniowe (*provisioning services*; ryc. 2), regulacyjne (*regulating services*), wspomagające (*supporting services*) i kulturowe (*cultural services*) (tab. 1 i komentarze w: Solon 2008; TEEB 2008). Zintegrowanie, poznanie i zrozumienie tych czterech typów korzyści w koncepcji świadczeń ekosystemowych jest obecnie jednym z najważniejszych wyzwań dla specjalistów z różnych dziedzin naukowych, kadry rządzącej, decydentów politycznych, a także całego społeczeństwa (Sutherland i in. 2006, 2009; Burkhard i in. 2010).

Wprawdzie pojęcie świadczeń ekosystemowych zostało sformułowane już w drugiej połowie lat 90. XX wieku (Costanza i in. 1997), jednak dopiero ostatnie lata przyniosły prawdziwy rozkwit tej dziedziny wiedzy. Lawinowo rosnąca liczba publikacji potwierdza jej dużą aktualność i zwiększone zapotrzebowanie na rozwiązania praktyczne proponowane przez koncepcję ES. Wskazywane są również słabe strony ES i obszary niedostatecznie poznane, z których znaczna część dotyczy świadczeń związanych z agroekosystemami (Lenda i in. 2010).

Spośród ważniejszych kwestii oczekujących na rozstrzygnięcie należy wymienić potrzebę ujednolicenia pojęć leżących u podstaw ES (Constanza 2008). Trwają spory co do samej definicji ES oraz zakresu m.in. takich terminów, jak: świadczenie, funkcja i proces ekosystemu, zasoby przyrodnicze, ich wartość. Przykładowo, z punktu widzenia przyrodników (zwłaszcza tych ukierunkowanych na ochronę bioróżnorodności) kontrowersyjna wydaje się definicja zasobów bioróżnorodności



Ryc. 2. Pozyskiwanie drewna na opał lub budulec – jedno z najdawniej wykorzystywanych świadczeń zaopatrzeniowych (Przedgórze Sudeckie, 7.01.2005 r.; fot. A. Wuczyński)

Fig. 2. Wood harvest – one of the oldest provisioning services (Sudetic Foreland, 7 January 2005; photo by A. Wuczyński)

(*biodiversity asset*) jako tylko tych wytworów przyrody, które mają wartość dla człowieka (Wallace 2007). Niemniej jednak takie ekonomiczne spojrzenie na bioróżnorodność stanowi podstawę teorii ES.

ES można uznać za koncepcję aplikacyjną i istnieje wiele przykładów jej efektywnego wdrożenia w praktykę (Daily, Matson 2008; Mizgajski, Stępniewska 2009). Dotyczy to w szczególności tzw. płatności za usługi ekosystemowe (PES). Przykładowo, we Francji jedna z dużych firm produkujących wodę mineralną zaniepokojona skażeniem azotanami wskutek intensyfikacji rolnictwa sfinansowała wysokie dopłaty dla rolników w zamian za stosowanie bardziej zrównoważonych praktyk gospodarowania przy utrzymaniu dotychczasowego poziomu dochodów (TEEB 2008). W Panamie firmy ubezpieczeniowe i żeglugowe finansują za-

planowany na 25 lat program odtworzenia ekosystemów leśnych nad Kanałem Panamskim, gdyż wylesienie okolicznych terenów wywołało powodzie, nieregularne zaopatrzenie w wodę i silne zamulenie Kanału, a tym samym korzystanie z tej trasy żeglugowej było utrudnione (Condit i in. 2001; Fotos i in. 2007). W pobliskiej Kostaryce w ramach narodowej strategii ochrony lasów i bioróżnorodności zainwestowano około 200 mln dolarów amerykańskich w program płatności za świadczenia ekosystemowe. Ochroną objęto ponad 460 000 ha lasów i plantacji leśnych oraz przyczyniono się do poprawy warunków życia ponad 8000 ludzi (MEA 2005; Porter i in. 2009). Za przykład PES można też uznać koszty odszkodowań za degradację środowiska spowodowaną katastrofami ekologicznymi, np. awarie tankowców czy skażenia przemysłowe. W Polsce, podobnie jak w wielu

Tab. 1. Charakterystyka świadczeń ekosystemowych (za: Hanson i in. 2008)*Tab. 1. Characteristic of ecosystem services (according to: Hanson et al. 2008)*

Świadczenie <i>Service</i>	Podkategoria <i>Sub-category</i>	Definicja <i>Definition</i>	Przykłady <i>Examples</i>
1	2	3	4
Świadczenia zaopatrzeniowe – dobra i produkty uzyskiwane z ekosystemów <i>Provisioning services</i>			
Żywność <i>Food</i>	uprawy	rośliny uprawne są pokarmem dla ludzi i zwierząt	– zboża – warzywa – owoce
	zwierzęta użytkowe	zwierzęta hodowane do konsumpcji i użytku, zarówno domowego, jak i komercyjnego	– drób – trzoda chlewna – owce
	rybołówstwo	dzikie ryby pozyskiwane przez profesjonalne rybołówstwo, wędkarstwo i inne metody niehodowlane	– dorsze – kraby – tuńczyki
	akwakultura	ryby, małże i rośliny hodowane w stawach, akwariach i innych zamkniętych pojemnikach/zbiornikach wody słodkiej i słonej w celu późniejszego wyłowu	– krewetki – ostrygi – łososie – karpie
	pokarm naturalny	jadalne części roślin oraz zwierzęta pozyskiwane z naturalnych/dzikich populacji	– owoce leśne i nasiona – grzyby – dziczyzna
Surowy materiał biologiczny <i>Fiber</i>	drewno i produkty pochodne	produkty wykonane z drzew ściętych w naturalnych ekosystemach leśnych bądź uprawach	– belki i deski – masa drzewna – papier
	włókna i żywice	Włókna i żywice (inne niż z drewna i paliw)	– bawełna – jedwab – konopie – liny i sznury – naturalne gumy i żywice
	skóry zwierzęce	przetworzone skóry bydła, jeleni, świń, węży i innych	– narzuty i pokrowce – ubrania
	piasek	piaski uformowane z koralu i muszli	– kolorowe i białe piaski ozdobne
	przedmioty ozdobne	produkty pozyskiwane z ekosystemów w celach estetycznych lub organizmy pełniące funkcje estetyczne	– dzikie kwiaty – biżuteria z koralowców – bursztyn
Biomasa jako paliwo <i>Biomass fuel</i>		materiał biologiczny uzyskiwany z żywych lub świeżo pozyskanych ciał organizmów (zarówno roślin, jak i zwierząt) służący jako źródło energii	– drewno opałowe i węgiel drzewny – ziarna do produkcji etanolu – obornik
Wody słodkie <i>Freshwater</i>		zbiorniki śródlądowe, woda gruntowa, deszcz i wody powierzchniowe użytkowane gospodarczo w rolnictwie i przemyśle	– woda pitna; woda do mycia, chłodzenia, procesów przemysłowych – produkcja prądu – żegluga rzeczna i jeziorna
Zasoby genetyczne <i>Genetic resources</i>		geny i informacja genetyczna używana do udoskonalania hodowli zwierząt, ulepszania roślin; biotechnologia	– geny wykorzystywane do zwiększenia odporności upraw na choroby i „szkodniki”

1	2	3	4
Biochemikalia, medycyna naturalna i farmaceutyki <i>Biochemicals, natural medicines and, pharmaceuticals</i>		lekarstwa, dodatki do pokarmów i inny materiał biologiczny pozyskiwany zarówno do celów komercyjnych, jak i prywatnych	– żeńszeń, czosnek – ekstrakty drzewne używane do walki ze „szkodnikami”
Świadczenia regulacyjne: korzyści czerpane z zarządzania ekosystemami i naturalnych procesów <i>Regulating services</i>			
Utrzymanie jakości powietrza <i>Air quality regulation</i>		wpływ ekosystemów na jakość powietrza poprzez emitowanie (ekosystem jako emitor) lub pochłanianie związków chemicznych z atmosfery	– jeziora służą jako ujścia dla emisji przemysłowych – drzewa i krzewy wzdłuż dróg pochłaniają zanieczyszczenia
Regulacja klimatu <i>Climate regulation</i>	globalna	ekosystemy wpływają na globalny klimat poprzez emitowanie bądź pochłanianie gazów lub aerozoli cieplarnianych	– lasy pochłaniają i zatrzymują w biomase dwutlenek węgla
	regionalna i lokalna	wpływ ekosystemów na lokalne wahania temperatur, opady, siłę wiatru itp.	– wielkość opadów w danym regionie zależy od jego lesistości
Regulacja przepływu wody <i>Water regulation</i>		ekosystemy mają wpływ na czas i wielkość odpływu, występowanie powodzi, miąższość warstw wodonośnych	– przepuszczalna gleba umożliwia odnowienie warstwy wodonośnej – naturalne tereny zalewowe redukują ryzyko powodzi, a tym samym koszty związane z ich kontrolą
Kontrola erozji <i>Erosion regulation</i>		ekosystemy odgrywają rolę w zatrzymywaniu i odnawianiu gleby	– roślinność (drzewa, krzewy) zapobiega utracie gleby na skutek działania wiatru i wody – rafy koralowe, glonorośla redukują utratę łąd i plaż z powodu działania fal
Oczyszczanie wody i kontrola zanieczyszczeń <i>Water purification and waste treatment</i>		ekosystemy odgrywają rolę w filtracji, rozkładzie szczątków organicznych i zanieczyszczeń w wodzie; asymilują i detoksykują zawiesiny	– mokradła usuwają szkodliwe zanieczyszczenia – mikroby glebowe rozkładają martwe szczątki organiczne do mniej szkodliwych substancji
Kontrola rozprzestrzeniania się chorób <i>Disease regulation</i>		ekosystemy wpływają na występowanie i liczebność ludzkich patogenów	– niektóre lasy redukują występowanie stojących zbiorników wodnych – miejsc rozrodu komarów, co zmniejsza występowanie np. malarii
Utrzymywanie jakości gleby <i>Soil quality regulation</i>		ekosystemy biorą udział w utrzymywaniu aktywności biologicznej gleby, jej produktywności i różnicowaniu; w regulowaniu i przepływie wody oraz roztworu glebowego; w magazynowaniu i krążeniu składników mineralnych i organicznych oraz gazów	– wiele organizmów bierze udział w procesach rozkładu martwej materii organicznej podnosząc poziom nutrientów w glebie – niektóre organizmy warunkują przewietrzanie gleby, poprawiają jej chemizm oraz zdolność do retencji wody

1	2	3	4
Kontrola biologiczna <i>Pest regulation</i>	Wpływ ekosystemów na występowanie chorób roślin uprawnych oraz zwierząt hodowlanych	– drapieżniki, np. nietoperze, ptaki, węże, polują na szkodniki upraw	
Zapylenie <i>Pollination</i>	Rola jaką ekosystemy odgrywają w przenoszeniu pyłku	– pszczoły zapyłają rośliny uprawne	
Kontrola zjawisk ekstremalnych <i>Natural hazard regulation</i>	Zdolność ekosystemów do łagodzenia przebiegu i skutków huraganów, tsunami itp. oraz utrzymywania naturalnej intensywności i częstości pożarów	– lasy namorzynowe oraz rafy koralowe łagodzą uderzenia fal sztormowych o wybrzeża – biologiczne procesy rozkładu materii redukują obecność związków warunkujących niekontrolowane pożary	
Świadczenia kulturowe: niematerialne korzyści czerpane z ekosystemów <i>Cultural services</i>			
Rekreacja i ekoturystyka <i>Recreation and ecotourism</i>	Przyjemność jaką człowiek czerpie z naturalnych i kulturowych krajobrazów oraz ekosystemów	– <i>bird watching</i> , piesze wycieczki – nurkowanie – safari	
Wartości etyczne i duchowe <i>Ethical values</i>	Duchowe, religijne, estetyczne znaczenie jakie człowiek przypisuje ekosystemom, krajobrazom, gatunkom	– duchowe spełnienie osiągane na świętych ziemiach i w świętych rzekach – chęć człowieka do ochrony zagrożonych gatunków i cennych siedlisk	
Wartości edukacyjne i inspiracja <i>Education values and inspiration</i>	Wiedza czerpana z ekosystemów jako źródło rozwoju intelektualnego, kulturalnego, artystycznego, inspiracji i innowacji	– struktura liści inspiracją do wprowadzenia technologicznych usprawnień w bateriach słonecznych – wycieczki szkolne do obszarów chronionych formą nauki koncepcji oraz badań naukowych	
Świadczenia wspomagające: naturalne procesy utrzymujące inne świadczenia ekosystemowe <i>Supporting services</i>			
Siedliska <i>Habitats</i>	Naturalne bądź półnaturalne obszary będące miejscem występowania populacji, wspomagające zdolność ekosystemów do utrzymywania równowagi	– rodzime gatunki roślin zapewniają zapylaczom pokarm oraz miejsce rozrodu – rzeki i estuarie zapewniają rybam miejsce rozrodu – duże naturalne obszary i korytarze ekologiczne pozwalają zwierzętom przetrwać pożary i inne katastrofy i zakłócenia	
Obieg pierwiastków <i>Nutrient cycling</i>	Przepływ pierwiastków (np. fosforu, azotu, siarki, węgla) przez ekosystemy	– przepływ azotu z roślin do gleby, z gleby do oceanów, z oceanów do atmosfery i z atmosfery do roślin	
Produkcja pierwotna <i>Primary production</i>	Produkcja materii w procesie fotosyntezy i asymilacji	– glony wytwarzają biomasę przy udziale energii światła słonecznego, produkując bazę dla łańcucha pokarmowego w ekosystemach wodnych	
Obieg wody <i>Water cycling</i>	Przepływ wody przez ekosystemy w jej stałym, ciekłym i gazowym stanie skupienia	– transfer wody z gleby do roślin, z roślin do atmosfery i z atmosfery w deszcz	

innych krajach europejskich, jedno z największych płatności za usługi ekosystemowe (choć dotąd tak nienazywane) realizowane są w ramach unijnych programów rozwoju obszarów wiejskich, zwłaszcza programów rolnośrodowiskowych.

Dlaczego krajobraz rolniczy jest tak ważny?

Krajobraz rolniczy jest efektem trwających wieki przekształceń środowiska naturalnego dokonywanych przez człowieka. Stanowi dominujący typ krajobrazu Polski i większości krajów europejskich, a grunty rolne stanowią ponad połowę (51,5%) powierzchni naszego kraju (GUS 2009; ryc. 3). Rolnictwo wywiera znaczny wpływ na elementy środowiska przyrodniczego (wody, klimat, gleby, roślinność), a także stwarza siedliska dla wielu organizmów żywych (Tryjanowski i in. 2009). Zmiany krajobrazu dokonywane przez rolnictwo były przyczyną synantropizacji wielu organizmów.

W Europie rolnictwo od dawna kształtowało bioróżnorodność, rozprzestrzeniając się stopniowo z południowego wschodu na północny zachód. Nowe siedliska wzbogacane były wieloma gatunkami roślin i zwierząt migrujących z sąsiadujących obszarów, takich jak np. azjatyckie stopy. W rezultacie liczne rzadkie gatunki oraz półnaturalne siedliska występujące w Europie są zależne od kontynuacji ekstenzywnej gospodarki rolnej. Trzeba jednocześnie zaznaczyć, że w krajobrazie rolniczym dominują siedliska silnie przekształcone, co jest wynikiem nadrzędnej funkcji, jaką ten krajobraz pełni – produkcji żywności. Dawniej jednak rolnicza eksploatacja środowiska prowadziła do jego przekształceń, a nie degradacji [przykłady takich przekształceń w starożytnej Grecji podają Papanastasis i inni (2010)]. Trwałe, często nieodwracalne, przekształcenia zapoczątkowane rewolucją agrarną z przełomu XVIII i XIX wieku, a spotęgowane obecnie, stały się domeną ostatnich 200 lat.



Ryc. 3. Krajobraz rolniczy o cechach tradycyjnych w okolicach Uniejowa-Rędzin (pow. miechowski, 29.04.2010 r.; fot. Z. Dajdok)

Fig. 3. Traditional agricultural landscape near Uniejów-Rędziny (Miechów district, 29 April 2010; photo by Z. Dajdok)

Obserwowana w ostatnich latach intensyfikacja rolnictwa – powodowana naciskiem na wzrost produkcji rolnej – wywiera istotny, negatywny wpływ na bioróżnorodność krajobrazu rolniczego w Europie (EEA 2010). Podczas gdy grunty rolne dobrej jakości poddano intensyfikacji, uboższe obszary zostały porzucone bądź zalesione. Tradycyjnie, ekstensywnie uprawiane tereny rolne o wysokiej wartości przyrodniczej zanikają w szybkim tempie (EEA 2010). Stosowanie nawozów i pestycydów, usuwanie zadrzewień śródpolnych, nieużytków oraz miedz prowadzące do fragmentacji i degradacji siedlisk to jedne z najistotniejszych zagrożeń. Wysoki stopień intensyfikacji rolnictwa w Europie Zachodniej spowodował zniszczenie wielu ekosystemów i przyczynił się do powstania bądź pogłębienia już istniejących problemów (Stoate i in. 2009).

Utrzymywanie wysokiej bioróżnorodności czyni produkcję rolną i związane z nią działania bardziej zrównoważonymi i opłacalnymi. Bioróżnorodność i produkcja rolna są nierozdzielnie połączone, a mutualistyczny i wspomagający charakter ich wzajemnego oddziaływania zwraca coraz większą uwagę (EEA 2010).

Rosnąca świadomość korzyści, jakie ekosystemy przynoszą społeczeństwu (Foley i in. 2005), czyni koncepcję ES wartą szerzenia i rozwoju, szczególnie w ramach relacji agro-ekosystemy – społeczeństwo (Bradbury i in. 2010). Właśnie w krajobrazie rolniczym należy poszukiwać najlepszych przykładów świadczeń ekosystemowych. Na potrzeby niniejszego opracowania z ich szerokiej gamy wybrano zaledwie kilka, by nie tylko promować wizję i badania autorów, lecz także by podzielić się pewnymi wątpliwościami.

Zapylanie i zapylacze

Zapylanie jest niezwykle istotnym przykładem świadczeń ekosystemowych. Ostatnie badania szacują, że 35% upraw i 87 głównych roślin uprawnych jest zapyłanych przez zwierzęta (Klein i in. 2007). Z perspektywy ekonomicznej owady zapyłające dostarczają świad-

czeń ekosystemowych wartych ponad 100 mld dolarów rocznie na całym świecie (Gallai i in. 2009; Lenda i in. 2010). W naszej szerokości geograficznej głównymi zapylaczami są pszczoły (*Hymenoptera: Apiformes*), przy czym w zapyłaniu roślin uprawnych równie znaczącą rolę jak pszczoła miodna *Apis mellifera* odgrywają dzikożyjące pszczołowate (Corbet i in. 1991; ryc. 4). Co za tym idzie, spadek różnorodności gatunkowej pszczół ma ogromne znaczenie zarówno dla gospodarki człowieka, jak i dla przyrody w ogóle.

Podstawowym czynnikiem wpływającym na zasoby naturalne pszczół jest baza pokarmowa. Istotne jest zarówno zróżnicowanie gatunkowe roślin pokarmowych, jak i pokrycie powierzchni przez te rośliny (Banaszak 1983; Banaszak 1992; Steffan-Dewenter, Tscharnkte 2000; Kearns, Oliveras 2009). Różnorodność gatunkowa pszczół jest zależna od różnorodności roślin owadopylnych, natomiast na zagęszczenie pszczół istotnie wpływa pokrycie powierzchni przez rośliny (Steffan-Dewenter, Tscharnkte 2001).



Ryc. 4. Naturalne zapylanie roślin należy do szczególnie ważnych świadczeń w ekosystemach lądowych i w rolnictwie. Na zdjęciu pszczoła samotna *Dasypoda alternator* (Celary 2005)

Fig. 4. Solitary bee *Dasypoda alternator*. Pollination is a key service for most terrestrial ecosystems and agriculture (Celary 2005)

O zróżnicowaniu gatunkowym pszczół poza różnorodnością i wielkością zasobów pokarmowych decyduje ich ciągłość w czasie (Banaszak 1983). W krajobrazie rolniczym ciągłość pożytków może być zapewniona poprzez obecność swoistych wysp środowiskowych. Wyspy środowiskowe – takie jak przydroża, miedze, zadrzewienia śródpolne – mają więc duże znaczenie dla bogactwa gatunkowego pszczół. Środowiska te, wraz z refugiami o charakterze ekosystemów naturalnych, tworzą system zapewniający istnienie owadów w warunkach dużej antropopresji (Banaszak 1983). Pokazano, że wraz ze wzrostem liczby i powierzchni środowisk marginalnych wzrasta średnie zagęszczenie pszczół w krajobrazie rolniczym (Banaszak 1997; Steffan-Dewenter i in. 2002). Dotyczy to szczególnie niewielkich gatunków, które nie pokonują dużych odległości w celu zdobycia pokarmu, znalezienia miejsc do gniazdowania czy odbicia lotów godowych. Zakres lotów jest uzależniony od wielkości ciała (Greenleaf i in. 2007), a więc różne gatunki mają odmienne zakresy lotów (Gathmann, Tscharrntke 2002). Z tego względu odległości pomiędzy dogodnymi siedliskami mają różny wpływ na różne gatunki, a połączenia pomiędzy siedliskami są kluczowym czynnikiem sprzyjającym zwiększeniu zakresu ES owadów zapylających poprzez zwiększenie ich mobilności i bogactwa gatunkowego (Savard i in. 2000).

Negatywny wpływ na zróżnicowanie pszczół w środowisku rolniczym, obok zwiększania powierzchni pól, ma również proces upraszczania płodozmianu. W agrocenozach dominują obecnie rośliny zbożowe, dodatkowo zmniejsza się powierzchnia upraw roślin motylkowych, co powoduje spadek liczebności trzmieli i innych wyspecjalizowanych zapylaczy.

Chwasty i rośliny inwazyjne

Obszary rolne to środowiska występowania dużej grupy gatunków roślin obcego pochodzenia. Zabiegi stosowane na powierzchni pól uprawnych i sprowadzanie materiału siewnego

z różnych, często odległych regionów sprzyjają przypadkowemu zawlekanii diaspór gatunków obcych. Ocenia się, że w Polsce wśród chwastów towarzyszących uprawom 165 gatunków to tzw. archeofity (Zajac i in. 2009), tj. rośliny obce naturalnej florze naszego kraju, zawleczone i trwale zadomowione jeszcze przed końcem XV wieku (Sudnik-Wójcikowska, Koźniewska 1988). Większość z nich (ok. 60%) jest obecnie zagrożona wymarciem (Zajac i in. 2009) głównie z powodu intensyfikacji produkcji rolnej. W kontekście świadczeń ekosystemowych grupa ta zasługuje na szczególną uwagę. Zaliczane do niej gatunki, jak np. mak polny *Papaver rhoeas* (ryc. 5), chaber bławatek *Centaurea cyanus*, kąkol polny *Agrostemma githago* czy też rumianek pospolity *Chamomilla recutita*, to rośliny, których liczebność pośrednio wpływa na różnorodność innych organizmów w tym przede wszystkim owadów i ptaków związanych z agroekosystemami.

Wiele pospolitych chwastów ma zastosowanie w ziołolecznictwie i medycynie weterynaryjnej, a także zwiększa walory krajobrazowe obszarów zdominowanych przez pola uprawne. Ich liczne występowanie może być niekorzystne dla ilości i jakości uzyskiwanych plonów. Jednak odnośnie do wpływu na rośliny uprawne chwastów nielicznie występujących nie brak opinii, że jest on stymulujący ze względu na korzystne oddziaływanie na życie biologiczne i żyzność gleby (Dobrzański, Adamczewski 2009). Interesujące badania przeprowadzono na uprawach kukurydzy w Meksyku, wykazując, że chwasty rosnące w tych uprawach są w bardzo różny sposób wykorzystywane przez farmerów i miejscową ludność (netto ponad 50% wartości całości plonu), nie wpływając przy tym znacząco na plon kukurydzy (Vieyra-Odilon, Vibrans 2001).

Inna grupa roślin obcych geograficznie, pojawiających się m.in. w agroekosystemach, to tzw. neofity – gatunki obce przybyłe po XV wieku (Sudnik-Wójcikowska, Koźniewska 1988). W przeciwieństwie do archeofitów, neofity mogą mieć zdecydowanie negatywny wpływ na świadczenia ekosystemowe. Dotyczy



Ryc. 5. Mak polny *Papaver rhoeas* i inne gatunki tzw. chwastów mogą wywierać korzystny wpływ na stabilność agroekosystemów (pow. wrocławski, 15.06.2005 r.; fot. Z. Dajdok)

*Fig. 5. Field poppy *Papaver rhoeas* and other weed species can act positively towards the farmland stability (Wrocław district, 15 June 2005; photo by Z. Dajdok)*

to zwłaszcza roślin pochodzących z Ameryki Północnej i Azji, rozprzestrzeniających się masowo poza granicami naturalnego zasięgu. To właśnie z tej grupy pochodzi wiele roślin uznawanych za gatunki inwazyjne (ang. *alien invasive species*). Stanowią one ogromny problem ekologiczno-ekonomiczny i powodują znaczne ograniczenie wielu świadczeń ekosystemowych. Przykładowo usuwanie negatywnych skutków powodowanych przez gatunki inwazyjne kosztuje w Australii 40 mld dolarów australijskich rocznie (Sinden i in. 2004), a w Niemczech 100 mln euro (Reinhardt i in. 2003; Lenda i in. 2010). Niektóre gatunki, takie jak nawłóć kanadyjska *Solidago canadensis*, nawłóć późna *S. gigantea* czy taksony z rodzaju rdestowiec *Reynoutria* sp., mogą z czasem tworzyć na zasiedlanym obszarze zwarte fitocenozy określane mianem ksenospontanicznych (Faliński 1969, Nalborczyk

2005). W zbiorowiskach tych rodzime rośliny są stopniowo wypierane poprzez zagłuszanie lub oddziaływanie podziemne w drodze allelopatii. Oddziaływanie allelopatyczne roślin inwazyjnych może również znacząco obniżać plony w uprawach w krajobrazie rolniczym (Tokarska-Guzik 2005; Sun i in. 2006).

Na redukujący wpływ ekspansji gatunków inwazyjnych w porównaniu do rodzimych komponentów zbiorowisk wskazuje wielu autorów z Polski m.in. Tokarska-Guzik (2005). Przekształcanie składu florystycznego zbiorowisk gatunków rodzimych spowodowane rozwojem neofitów pociąga za sobą również zmiany ugrupowań innych organizmów związanych z danym siedliskiem, w tym owadów zapylających (np. Moroń i in. 2009) oraz ptaków owadożernych (np. Skórka i in. 2010). Niekorzystne oddziaływanie gatunków obcych na rodzime ekosystemy jest obecnie na tyle po-

ważnym zjawiskiem, że tam, gdzie to możliwe, podejmuje się ich zwalczanie lub przynajmniej ograniczenie zadomawiania się nowych przybyszów. Przykładowo, podczas badań obszarów rolnych południowo-zachodniej Polski odnotowano, że w obrębie środowisk marginalnych (ważnych ze względu na ES) występowało tylko kilka gatunków inwazyjnych, ale fitocenozy z ich udziałem były znacznie uboższe florystycznie od płatów, w których nie odnotowano ich obecności (Dajdok, Wuczyński 2008).

Problem ubożenia składu gatunkowego i upraszczania struktury zbiorowisk roślinnych w wyniku stopniowej dominacji jakiegoś gatunku dotyczy nie tylko roślin obcego pochodzenia, lecz także rodzimych elementów flory. Spośród gatunków rodzimych warto wymienić dwa: trzinę pospolitą *Phragmites australis* i pokrzywę zwyczajną *Urtica dioica* – tworzące często jednogatunkowe zbiorowiska z dużym nagromadzeniem biomasy uniemożliwiającym wzrost innych gatunków (Dajdok 2004; Skórka i in. 2007). Różnorodność gatunkowa roślin w płatach z udziałem pokrzywy osiąga zdecydowanie niższe wartości w stosunku do płatów bez udziału tego gatunku (Dajdok, Wuczyński 2008). Zagadnienie to ma szczególne znaczenie w kontekście planowanego wprowadzenia

wymogu pozostawiania na obszarach rolnych tzw. stref buforowych, tj. pasm roślinności oddzielających pola uprawne od cieków w celu wzbogacania ES i różnorodności gatunkowej. Na niektórych polach konieczne będzie zakładanie stref od podstaw (obsiewane, obsadzone krzewami), dlatego już na etapie przygotowania wytycznych do ich tworzenia należy przyjąć zasadę, że w formowaniu roślinności „stref buforowych” nie mogą być wykorzystywane gatunki obce geograficznie. Tego typu pasma będą w przyszłości stanowić wartościowe siedliska nie tylko roślin, lecz także owadów i ptaków, pod warunkiem że przynajmniej na wyznaczonych odcinkach byłyby objęte zabiegami wykaszania (w odpowiednich przyrodniczo terminach).

Ekoturystyka na terenach rolniczych, w tym *bird watching*

Jedną z dróg czerpania przez lokalne społeczności korzyści finansowych z bogactwa przyrodniczego krajobrazu rolniczego jest wykwalifikowana turystyka przyrodnicza. Jej najczęstszą formą są obserwacje ptaków (*bird watching*), które w USA i zachodniej Europie (szczególnie Wielkiej Brytanii) stanowią znaczącą i ciągle dynamicznie rozwijającą się gałąź przemysłu turystycznego. W USA szacuje się liczbę obserwatorów ptaków na ponad 40 mln (więcej niż populacja mieszkańców Polski!), a roczne obroty finansowe związane z tym hobby wynoszą około 32 mln dolarów, tworząc ponad 800 tys. miejsc pracy (Anonymous 2003).

W ostatnich latach również w Polsce silnie rozwija się ruch osób chcących poznać i chronić ptaki oraz przyrodę (ryc. 6). Jakkolwiek największa polska organizacja – Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków – liczy zaledwie około 2500 członków (www.otop.org.pl), podczas gdy brytyjskie The Royal Society for the Protection of Birds – ponad milion (www.rspb.org.uk), to widoczny jest trend wzrostowy w liczbie członków takich stowarzyszeń w naszym kraju. Od początku lat 90. XX wieku powstało w Polsce kilkadziesiąt krajowych, regionalnych i lokalnych



Ryc. 6. Hobbystyczne obserwacje ptaków jako przykład niematerialnego świadczenia dostarczającego wartości estetycznych i edukacyjnych (dolina Baryczy, 21.11.2009 r.; fot. A. Wuczyński)

Fig. 6. Bird watching providing aesthetic and educational values (Barycz Valley, 21 November 2009; photo by A. Wuczyński)

organizacji (stowarzyszeń, rzadko fundacji) zajmujących się ochroną ptaków lub przyrody ze znacznym naciskiem na ptaki. Od końca XX wieku powstało też kilkanaście ogólnokrajowych portali internetowych zrzeszających ornitologów i obserwatorów ptaków oraz miłośników przyrody, a setki kolejnych w skali regionalnej, lokalnej czy indywidualnej (blogi internetowe). Proces ten, podobnie jak wcześniej w zachodniej Europie i USA, przebiega dynamicznie. Trzeba jednak zaznaczyć, że turystyka przyrodnicza niejako omija krajobraz rolniczy, koncentrując się w miejscach wybitnie cennych przyrodniczo, często chronionych prawnie (parki narodowe, obszary Natura 2000 i rezerваты przyrody). Wycieczki w takie miejsca organizowane są (w dużej mierze dla

turystów zagranicznych) przez wyspecjalizowane firmy turystyczne.

Z ptaków polskiego krajobrazu rolniczego wdzięczny obiekt dla turystyki przyrodniczej stanowi niewątpliwie bocian biały *Ciconia ciconia*, szczególnie dla mieszkańców polskich miast oraz turystów z zachodniej Europy, gdzie jest on gatunkiem rzadkim lub wręcz wymarłym. Ptak ten jest duży, łatwy do obserwacji, a co również ważne – bardzo silnie związany z polską tradycją, kulturą ludową, sztuką i obrzędowością (np. Lewandowski, Radkiewicz 1991; Dolata 2006). Gatunek ten dla miłośników przyrody z zagranicy stanowi niejako najbardziej widoczny znak rozpoznawczy polskiej wsi. Najczęściej odwiedzane przez nich są jego „kolonie”, czyli wsie, w których gniaz-



Ryc. 7. Gniazdo bociana białego *Ciconia ciconia* z kamerą internetową www.bociany.ec.pl w Przygodzicach (pow. ostrowski, 21.06.2006 r.; fot. P.T. Dolata)

Fig. 7. The White Stork *Ciconia ciconia* nest in Przygodzice with Internet camera www.bociany.ec.pl in Przygodzice (Ostrów Wielkopolski district, 21 June 2006; photo by P.T. Dolata)

duje do kilkudziesięciu par. Najbardziej znane to Pentowo nad Narwią koło Tykocina na Podlasiu (w 2001 roku uzyskało tytuł jedynej w Polsce Europejskiej Wsi Bocianie) i Kłopot nad Odrą na Ziemi Lubuskiej (od 2003 roku działa tu Muzeum Bociana Białego ze schroniskiem młodzieżowym, prowadzone przez Ligę Ochrony Przyrody). Turystów przyciągają również gniazda bocianów słynne z transmisji internetowych (Dolata 2009; ryc. 7).

Problemy w aplikacji koncepcji świadczeń ekosystemów do skutecznej ochrony przyrody

Przedstawione powyżej typowe przykłady ES przynoszą wymierne korzyści finansowe. Wiemy jednak, iż jednym z najpoważniejszych ograniczeń ES jest wciąż słabe zrozumienie złożoności zjawisk przyrodniczych i procesów ekologicznych umożliwiających istnienie i korzystanie ze świadczeń oraz ich wycenę. Problem ten dotyczy w szczególności systemów rolniczych, w których naturalne procesy przeplatają się z silną i wyraźnie ukierunkowaną ekonomicznie ingerencją człowieka. Istnieją (nieliczne) dowody wskazujące, że wyższy poziom bioróżnorodności pozytywnie wpływa na poziom świadczeń ekosystemu (Swift i in. 2004; Tscharnkte i in. 2005), jednak mechanizmy leżące u podstaw tych zależności są niemal zupełnie nieznanne. Przykładowo, wykorzystywana w rolnictwie kontrola biologiczna opiera się na relacjach ilościowych pomiędzy organizmami szkodliwymi i pożytecznymi. Badania i programy wdrożeniowe często uwzględniają proste zależności między pojedynczymi gatunkami ofiar i ich naturalnych wrogów, czy też między gatunkami rodzimymi oraz introdukowanymi (np. mszyce – biedronki). Tymczasem wiadomo, że skuteczność kontroli biologicznej, a tym samym poziom świadczenia ekosystemu, jest większa w przypadku równoczesnego oddziaływania całego zespołu drapieżników i pasożytów, których liczebność może dodatkowo zależeć od skomplikowania krajobrazu rolniczego i intensywności gospodarowania

(Stoate i in. 2009). Niestety, oszacowanie takiego kompleksowego oddziaływania jest trudne i rzadko podejmowane, zwłaszcza w różnych typach krajobrazu rolniczego (Tscharnkte i in. 2005). Oznacza to, że aktualny (rzeczywisty) i potencjalny poziom kontroli biologicznej, traktowanej jako świadczenie ekosystemu, pozostaje nieznany, a zatem – co bardzo ważne – wartość takich świadczeń ekosystemowych jest zapewne mocno zaniżona.

Ponadto oszacowania wartości ES zależą silnie od skali badań. Swift i współpracownicy (2004) zwracają uwagę na diametralne różnice pomiędzy skąpą skalą czasową i przestrzenną, w jakiej z konieczności prowadzone są badania systemów rolniczych (ze względu na powszechne ograniczenia finansowe, organizacyjne czy koncepcyjne), a wielką skalą, w jakiej rzeczywistość kształtują się i realizują funkcje ekosystemu. W konsekwencji przydatność wszelkich dostępnych obecnie wyników badań w ocenie poziomu świadczeń ekosystemu jest przypuszczalnie iluzoryczna. Może to jednak stanowić bodziec do jeszcze większej intensyfikacji i ukierunkowania badań światowych. Zawiłości funkcjonowania ekosystemów są podstawowym przedmiotem badań przyrodniczych na całym świecie. Niestety, mimo że trwają od dziesięcioleci, to złożoność przyrody dała się poznać jedynie w bardzo niewielkim stopniu (Mayr 2002).

Jednak to nie tyle nieznanność funkcjonowania ekosystemów, ile raczej niedoskonałość natury ludzkiej powoduje, iż ciągle poszukujemy rozwiązań ekonomicznych w relatywnie krótkiej skali czasu, zaniedbując przy tym zupełnie istnienie pewnego poziomu dobra wspólnego, co szerzej znane jest jako „tragedia wspólnego pastwiska” (ang. *tragedy of the commons*). Jest to jedna z najszerzej znanych koncepcji mikroekonomicznych omawiająca pułapkę społeczną, w której indywidualny zysk jednego z członków społeczności prowadzi do strat dla społeczności jako całości (Hardin 1968).

Powstaje zatem pytanie: gdzie znajdziemy sojuszników do skutecznej ochrony krajobrazu rolniczego? Czy rzeczywistość ekonomiczna może być tutaj pomocna? Gospodarka rolna już

dawno straciła czysto rynkowy charakter, więc w ramach subsydiów (płaconych z kieszeni podatnika) mamy prawo domagać się innych niż żywność dóbr, w tym utrzymania pewnego poziomu świadczeń środowiska oferowanych przez agroekosystemy, a odczuwalnych nie tylko przez właścicieli gruntów, lecz także przez całe społeczeństwo.

Oczywiście trudno wyceniać wartości świadczeń ekosystemowych w skali globalnej, gdyż mają różne znaczenie na poziomach lokalnych (Spangenberg, Settele 2010). Można to odnieść do klasycznego przykładu: inna jest wartość szklanki wody na Saharze, a inna w strefie umiarkowanej. Podobnie koncepcje (ES, jak i inne koncepcje ochrony przyrody!) wypracowane głównie w krajach Europy Zachodniej i w USA niekoniecznie muszą się sprawdzać w znacznie bardziej skomplikowanych agroekosystemach Europy Środkowej i Wschodniej.

Etyczny aspekt świadczeń ekosystemowych

Pojawia się też pewien aspekt etyczny – czy na otaczającą przyrodę musimy patrzeć tylko w kategoriach ekonomicznych. Odpowiedź wcale nie musi być jednoznaczna.

Czysto ekonomiczne spojrzenie na środowisko przyrodnicze polegające na jego wycenie może budzić sprzeciw społeczeństwa, zwłaszcza biologów-sozologów o zakorzenionym poszanowaniu przyrody jako wartości „samej w sobie”, a dla wielu wręcz wartości absolutnej. Traktowanie przyrody przez pryzmat pieniędzy brzmi świętokradczo, podobnie jak wycenianie dóbr kultury (ile kosztuje Wawel?), symboli narodowych (cena Mazurka Dąbrowskiego?), czy też podstawowych praw jednostki (jaka jest pieniężna wartość moich dzieci?). Niezwykle trudne, o ile w ogóle możliwe, jest też oszacowanie niematerialnych dóbr bioróżnorodności wkraczających w zakres wartości filozoficznych i kulturalnych (przyroda jako natchnienie poetów). Ponadto nieuniknione przy wycenie środowiska jest nierówne traktowanie tych jego składników,

które z punktu widzenia człowieka są korzystne (np. zapylacze) oraz tych, które obecnie wydają się nieprzydatne czy wręcz niepożądane (np. chwasty). Wobec wspomnianego wyżej słabego rozpoznania złożoności przyrody łatwo popełnić błędy, których dalekosiężne konsekwencje są trudne do przewidzenia.

Kontrargumentem (wciąż dyskusyjnym) przemawiającym za słusnością wyceniania przyrody jest niska skuteczność dotychczasowych metod ochrony bioróżnorodności. Zakładają one powszechne postrzeganie przyrody jako takiej właśnie absolutnej wartości i podejmowanie działań ochronnych dla nadrzędnych ideałów lub na podstawie przyjętych paradygmatów (np. traktujących poziom bioróżnorodności ekstensywnego krajobrazu rolniczego jako optymalny). Niestety mimo wielu inicjatyw, w tym zakrojonych na skalę globalną, postępująca degradacja środowiska zmusza do przemodelowania dotychczasowego podejścia. Koncepcja ES, która jest obecnie potężną alternatywą dla wcześniejszych metod postępowania w ochronie przyrody, wydaje się więc potrzebna.

Ostrożnie z entuzjazmem

Nie należy jednak zapominać o wszystkich wspomnianych (i innych) wątpliwościach. Można je sprowadzić do pytania: czy obecne założenia ES, a zwłaszcza przyszłe kierunki rozwoju, będą rzeczywiście służyć ochronie bioróżnorodności? Doświadczenie uczy, że styk ochrony przyrody i ekonomii będący podstawą ES chyba nigdy dotąd nie był korzystny dla tej pierwszej. Czy można mieć nadzieję, że tym razem będzie inaczej? Kolejnym poważnym zagrożeniem mogą być konsekwencje oczywiście z ekonomicznego punktu widzenia dążenia do maksymalizacji pojedynczych świadczeń ekosystemowych. Realne zatem wydają się tak szkodliwe działania, jak wprowadzanie obcych gatunków roślin, które czasami mogą pełnić świadczenia efektywniej niż gatunki rodzime (Redford, Adams 2009). Rozwijanie wyłącznie tych obszarów przyrody, które są korzyst-

ne ekonomicznie, doprowadzi niewątpliwie do spadku różnorodności biologicznej (Redford, Adams 2009).

Podsumowując, wydaje się, że ES mogą odgrywać pozytywną rolę dla ludzkości i globalnych zasobów bioróżnorodności, jednak pod warunkiem powszechnej zmiany sposobu myślenia o środowisku i rzeczywistego poszanowania przyrody. Konsekwencją tej zmiany (a nie źródłem!) powinno być przekształcenie dotychczasowych modeli ekonomicznych świata i ich rozumne stosowanie.

Podziękowania

Artykuł powstał po seminarium (30.09–2.10.2010 r.) zorganizowanym w ramach projektu „Akademicki Poznań”, a finansowanym z budżetu Miasta Poznania. Gościny uczestnikom użyczili Aneta i Grzegorz Matłokowie prowadzący gospodarstwo agroturystyczne „Agro-Spa” w Chynowej koło Ostrowa Wielkopolskiego. Magister Magdalena Lenda przeczytała ostateczną wersję maszynopisu i opatrzyła ją wieloma krytycznymi komentarzami, za co jesteśmy jej bardzo wdzięczni.

PIŚMIENNICTWO

- Anonymous 2003. Birding in the United States: a Demographic and Economic Analysis. U.S. Fish and Wildlife Service. Report 2001–1.
- Banaszak J. 1983. Ecology of bees (Apoidea) of agricultural landscape. *Pol. Ecol. Stud.* 9: 421–505.
- Banaszak J. 1992. Strategy for conservation of wild bees in an agricultural landscape. *Agr. Ecosyst. Environ.* 40: 179–192.
- Banaszak J. 1997. Local changes in the population of wild bees. *Ochr. Przyr.* 54: 119–130.
- Bradbury R.B., Stoate C., Tallowin J.R.B. 2010. Lowland farmland bird conservation in the context of wider ecosystem service delivery. *J. Appl. Ecol.* 47: 986–993.
- Burkhard B., Petrosillo I., Costanza R. 2010. Ecosystem services – Bridging ecology, economy and social sciences. *Ecol. Complex.* 7: 257–259.
- Celary W. 2005. Melittidae of Poland (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) their Biodiversity and Biology. ISEZ PAS Press, Kraków.
- Condit R., Robinson W.D., Ibanez R., Aquilar S., Sanjurjo A., Martinez R., Stallard R.F., Garcia T., Angher G.R., Petit L., Wright S.J., Robinson T.R., Heckadon S. 2001. The status of the Panama Canal watershed and its biodiversity. *At the beginning of the 21st century. BioScience* 51: 389–398.
- Corbet S.A., Williams I.H., Osborne J.L. 1991. Bees and the pollination of crops and flowers in the European Community. *Bee World* 72: 47–59.
- Costanza R. 2008. Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. *Biol. Conserv.* 141: 350–352.
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin G.R., Sutton P., van den Belt M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.
- Daily G.C., Matson P.A. 2008. Ecosystem services: From theory to implementation. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 105: 9455–9456.
- Dajdok Z. 2004. Występowanie pokrzywy zwyczajnej *Urtica dioica* L. w dolinach małych strumieni na obszarach rolniczych. W: Heese T., Puchalski W. (red.). *Bliskie naturze kształtowanie dolin rzecznych*. Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin: 279–295.
- Dajdok Z., Wuczyński A. 2008. Alien plants in field margins and fields of southwestern Poland. *Biodiv. Res. Conserv.* 9–10: 19–33.
- Dobrzański A., Adamczewski K. 2009. Wpływ walki z chwastami na bioróżnorodność agrofityczną. *Post. Ochr. Roślin* 49: 982–995.
- Dolata P.T. 2006. The White Stork *Ciconia ciconia* protection in Poland by tradition, customs, law, and active efforts. W: Tryjanowski P., Sparks T. H., Jerzak L. (red.). *The White Stork in Poland: Studies in Biology, Ecology and Conservation*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 477–492.

- Dolata P.T. 2009. „Blisko bocianów” – projekt edukacyjno-badawczy bociana białego *Ciconia ciconia*. W: Anderwald D. (red.). Public relations – „sztuka uwodzenia” w edukacji przyrodniczo-leśnej. Studia i Mat. CEPL 11: 128–141.
- EEA 2010. 10 messages for 2010 – Agricultural ecosystems. European Environment Agency, European Union.
- Faliński J.B. 1969. Zbiorowiska autogeniczne i antropogeniczne. Próba określenia i klasyfikacji. Dyskusje fitosocjologiczne (4). Ecol. Pol. B 15: 173–182.
- Foley J.A., DeFries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N., Snyder P.K. 2005. Global consequences of land use. Science 309: 570–574.
- Fotos M., Chou F., Newcomer Q. 2007. Assessment of existing demand of watershed services in the Panama Canal watershed. J. Sustain. For. 25: 175–193.
- Gallai N., Salles J.M., Settele J., Vaissière B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecol. Econ. 68: 810–821.
- Gathmann A., Tscharnkte T. 2002. Foraging ranges of solitary bees. J. Anim. Ecol. 71: 757–764.
- Greenleaf S.S., Williams N.M., Winfree R., Kremen C. 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. Oecologia 153: 589–596.
- GUS 2009. Rocznik statystyczny Polski 2009. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Hanson C., Finisdore J., Ranganathan J., Iceland C. 2008. The Corporate Ecosystem Services Review: Guidelines for Identifying Business Risks & Opportunities Arising from Ecosystem Change. World Resources Institute, Washington, USA. http://pdf.wri.org/corporate_ecosystem_services_review.pdf
- Hardin G. 1968. The tragedy of the commons. Science 162: 1243–1248.
- Kearns C.A., Oliveras D.M. 2009. Environmental factors affecting bee diversity in urban and remote grassland plots in Boulder, Colorado. J. Insect Conserv. 13: 655–665.
- Klein A.M., Vaissière B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C., Tscharnkte T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proc. R. Soc. B 274: 303–313.
- Lenda M., Skórka P., Moroń D. 2010. Invasive alien plant species – a threat or an opportunity for pollinating insects in agricultural landscapes? W: Lee T.H. (red.). Agricultural Economics: New Research. Nova Science Publishers, NY USA.
- Lewandowski A., Radkiewicz J. 1991. Bocian w moście i kulturze. Wyd. WSP, Zielona Góra.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Global Assessment Reports. Island Press, Washington, DC.
- Manfredo M.J. 2008. Who Cares About Wildlife? Social Science Concepts for Exploring Human-Wildlife Relationships and Conservation Issues. Springer, New York.
- Mayr E. 2002. To jest biologia. Nauka o świecie żywym. Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Mizgajski A., Stępniewska M. 2009. Koncepcja świadczeń ekosystemów a wdrażanie zrównoważonego rozwoju. W: Kiełczowski D., Dobrzańska B. (red.). Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju. Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok: 12–23.
- Moroń D., Lenda M., Skórka P., Szentgyörgyi H., Settele J., Woyciechowski M. 2009. Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes. Biol. Conserv. 142: 1322–1332.
- Nalborczyk E. 2005. Rolnictwa energetyka. Academia. Mag. PAN 3: 16–19.
- Papanastasis V.P., Arianoutsou M., Papanastasis K. 2010. Environmental conservation in classical Greece. J. Biol. Res. 14: 123–135.
- Porter J., Costanza R., Sandhu H., Sigsgaard L., Wratten S. 2009. The Value of Producing Food, Energy, and Ecosystem Services within an Agro-Ecosystem. Ambio 38: 186–193.
- Redford K.H., Adams W.M. 2009. Payment for Ecosystem Services and the Challenge of Saving Nature. Conserv. Biol. 4: 785–787.
- Reinhardt F., Herle M., Bastiansen F., Streit B. 2003. Ökonomische Folgen der Ausbreitung von ge-

- bietsfremden Organismen in Deutschland. J.W. Goethe-Universität Frankfurt, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Forschungsbericht 201: 86–211.
- Savard J.P.L., Clergeau P., Mennechez G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landsc. Urban Plan.* 48: 131–142.
- Sinden J.A. 2004. Estimating the costs of biodiversity protection in the Brigalow belt, New South Wales. *J. Environ. Manage.* 70: 351–362.
- Skórka P., Lenda M., Tryjanowski P. 2010. Invasive alien goldenrods negatively affect grassland bird communities. *Biol. Conserv.* 143: 856–861.
- Solon J. 2008. Koncepcja „Ecosystem Services” i jej zastosowania w badaniach ekologiczno-krajobrazowych. W: Chmielewski T.J. (red.). *Struktura i funkcjonowanie systemów krajobrazowych: meta-analizy, modele, teorie i ich zastosowania*. *Prob. Ekol. Krajobr.* 21: 25–44.
- Spangenberg J.H., Settele J. 2010. Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services. *Ecol. Complex.* 7: 327–337.
- Steffan-Dewenter I., Münzenberg U., Bürger C., Thies C., Tschardt T. 2002. Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology* 83: 1421–1432.
- Steffan-Dewenter I., Tschardt T. 2000. Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia* 122: 288–296.
- Steffan-Dewenter I., Tschardt T. 2001. Succession of bee communities on fallows. *Ecography* 24: 83–93.
- Stoate C., Baldi A., Beja P., Boatman N.D., Herzog I., van Doorn A., de Snoo G.R., Rakosy L., Ramwell C. 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – a review. *J. Environ. Manage.* 91: 22–46.
- Sudnik-Wójcikowska B., Koźniewska B. 1988. *Słownik z zakresu synantropizacji szaty roślinnej*. Wyd. Uniw. Warszawskiego, Warszawa.
- Sun B.-Y., Tan J.-Z., Wan Z.-G., Gu F.-G., Zhu M.-D. 2006. Allelopathic effects of extracts from *Solidago canadensis* L. against seed germination and seedling growth of some plants. *J. Environ. Sci.* 18: 304–309.
- Sutherland W.J., Adams W.M., Aronson R.B., Aveling R., Blackburn T.M., Broad S., Ceballos G., Côté I.M., Cowling R.M., da Fonseca G.A.B., Dinerstein E., Ferraro P.J., Fleishman E., Gascon C., Hunter Jr. M., Hutton J., Kareiva P., Kuria A., Macdonald D.W., MacKinnon K., Madgwick F.J., Mascia M.B., McNeely J., Milner-Gulland E.J., Moon S., Morley C.G., Nelson S., Osborn D., Pai M., Parsons E.C.M., Peck L.S., Possingham H., Prior S.V., Pullin A.S., Rands M. R.W., Ranganathan J., Redford K.H., Rodriguez J.P., Seymour F., Sobel F., Sodhi N.S., Stott A., Vance-Borland K., Watkinson A.R. 2009. An assessment of the 100 questions of greatest importance to the conservation of global biological diversity. *Conserv. Biol.* 23: 557–567.
- Sutherland W.J., Armstrong-Brown S., Armstrong P. R., Brereton T., Brickland J., Campbell C. D., Chamberlain D.E., Cooke A. I., Dulvy N. K., Dusic N.R., Fitton M., Freckleton R.P., Godfray H.C., Grout N., Harvey H. J., Hedley C., Hopkins J.J., Kift N.B., Kirby J., Kunin W. E., MacDonald D.W., Markee B., Naura M., Neale A. R., Oliver T., Osborn D., Pullin A.S., Shardlow M. E. A., Showler D. A., Smith P. L., Smithers R.J., Solandt J.-L., Spencer J., Spray C. J., Thomas C.D., Thompson J., Webb S.E., Yalden D. W., Watkinson A.R. 2006. The identification of one hundred ecological questions of high policy relevance in the UK. *J. Appl. Ecol.* 43: 617–627.
- Swift M.J., Izac A.M.N., van Noordwijk M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes – are we asking the right questions? *Agr. Ecosyst. Environ.* 104: 113–134.
- TEEB 2008. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Interim Report*. European Communities.
- Tokarska-Guzik B. 2005. *The Establishment and Spread of Alien Plant Species (Kenophytes) in the Flora of Poland*. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Tryjanowski P., Kuźniak S., Kujawa K., Jerzak L. 2009. *Ekologia ptaków krajobrazu rolniczego*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
- Tschardt T., Klein A.M., Kruess A., Steffan-Dewenter I., Thies C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecol. Lett.* 8: 857–874.

- Vieyra-Odilon L., Vibrans H. 2001. Weeds and crops: the value of maize field weeds in the valley of Toluca, Mexico. *Econ. Bot.* 55: 426–443.
- Wallace K.J. 2007. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biol. Conserv.* 139: 235–246.
- Zajac M., Zajac A., Tokarska-Guzik B. 2009. Extinct and endangered archaeophytes and the dynamics of their diversity in Poland. *Biodiv. Res. Conserv.* 13: 17–24.
- Żylicz T. 2010. Wycena usług ekosystemów. Przegląd wyników badań światowych. *Ekon. Środ.* 37: 31–45.

SUMMARY

Rosin Z.M., Takacs V., Báldi A., Banaszak-Cibicka W., Dajdok Z., Dolata P.T., Kwieciński Z., Łangowska A., Moroń D., Skórka P., Tobółka M., Tryjanowski P., Wuczyński A. Ecosystem services as an efficient tool of nature conservation: a view from the Polish farmland

Chrońmy Przyr. Ojcz. **67** (1): 3–20, 2011

Current nature conservation, to be effective, needs more convincing solutions than only law and prohibitions. Wide social consciousness and appreciation of nature values, also from economic point of view, is one of several crucial factors. Ecosystem services (ES) are natural goods and processes that benefit humans (e.g. wild fruits, pollination, pest control). Here, we provide a discourse that more intensive agroecosystems provide less services. Therefore, first step to rational use of ES concept in farmland, at least in Central and Eastern Europe conditions, is the making of a distinction between naturally and artificially productive systems. Furthermore, studies on ES in regional, as well as continental scale, are needed since mechanisms lying behind ES, and often their economic value, are poorly known and implications recognised. Finally, we give optimistic as well as sceptic arguments for and against ES concept as an opportunity to improve biodiversity conservation.