

PRZYRODNICZE PODSTAWY OCHRONY EKOSYSTEMÓW ROLNICZYCH

ANDRZEJ KĘDZIORA

Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu

Synopsis. Wieloletnie, rolnicze użytkowanie środowiska, nie zawsze zgodne z zasadami dobrej agrotechniki i nie oparte o podstawowe prawa przepływu energii i obiegu materii doprowadziło do powstania zagrożeń środowiska, skutkujących załamaniem się podstawowych funkcji obszarów rolniczych, którymi jest zapewnienie trwałej produkcji dobrej i zdrowej żywności. Głównymi zagrożeniami obszarów rolnych są: degradacja gleb, pogorszenie zdolności retencji wodnej siedlisk, zanieczyszczenie wody i intensyfikacja procesów erozji wodnej i wietrznej. Rosnąca wiedza ekologiczna, szczególnie rozpoznanie mechanizmów rządzących procesami przepływu energii i obiegu materii pozwala na zastosowanie rozwiązań wzmacniających odporność środowiska na zagrożenia pochodzenia rolniczego, a nawet na cofnięcie niekorzystnych tendencji zmian dotychczas zachodzących w środowisku. Najważniejsze działania prowadzące do tego celu polegają na dążeniu do wykorzystania naturalnego potencjału środowiska przyrodniczego. Sprowadza się to do kształtowania krajobrazu w kierunku jak największej jego różnorodności poprzez wprowadzanie takich elementów jak zadrzewienia śródpolne, pasma łąk, użytki ekologiczne, małe zbiorniki śródpolne i inne nieproduktywne, ale ważne ekologicznie elementy krajobrazu.

WSTĘP

Problemy ekologicznego zagospodarowania przestrzeni rolniczej nabierają, w przeciwieństwie do dotychczas panujących poglądów, coraz większego znaczenia w programach ochrony środowiska i żywych zasobów przyrody. Powodem tej reorientacji poglądów jest z jednej strony poparte wzrastającą liczbą dowodów przekonanie, że nie można w pełni eliminować zagrożeń przyrody kontrolując tylko zanieczyszczenia generowane przez przemysł lub urbanizację. Z drugiej strony traci na wartości przekonanie o małej przydatności terenów rolniczych dla ochrony żywych zasobów przyrody. Coraz liczniejsze są głosy podkreślające konieczność wspomoczenia ochrony gatunkowej roślin i zwierząt poprzez urozmaicenie krajobrazu rolniczego zadrzewieniami, enklawami łąk, drobnymi mokradłami czy oczkami wodnymi. W Polsce potrzebę rozwinięcia działań ochronnych na terenach rolniczych postulowano już w 1991 r. w Strategii Ochrony Żywych Zasobów Przyrody opracowanej przez Ryszkowskiego i Bałazego [1991] na zlecenie Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa.

Wieloletnia działalność rolnicza prowadzona nie zawsze zgodnie z podstawowymi prawami przyrody – prawami przepływu energii i obiegu materii – doprowadziła do znacznej degradacji środowiska. Procesy degradacji gleb na skutek erozji wodnej lub wietrznej, zasolenia, zagęszczenia, strat humusu itd. są istotnym zagrożeniem żyzności gleb i w połączeniu z silną degradacją wód przez zanieczyszczenia pochodzenia rolniczego prowadzą do istotnego obniżenia zdolności środowiska do spełniania funkcji zapewniających trwałą i zrównoważony rozwój obszarów wiejskich. Oceniono, że rolnictwo w trakcie rozwoju, a szczególnie w minionym stuleciu, przyczyniło się do degradacji 64 mln ha gleb, co stanowi około 29% wszystkich zdegradowanych pól w Europie [Lynden 1995]. Wymywane z gleb do wody gruntowej związki chemiczne zaczynają stawać

się poważnym zagrożeniem. Duże koncentracje azotanów, przekraczające 50 mg w litrze roztworu glebowego, stwierdzono w Niemczech, północnej Francji, środkowej Anglii, północno-zachodniej Hiszpanii, północnych Włoszech, Austrii, Czechach, na niektórych terenach Polski, Białorusi i Europejskiej Rosji. Szczególnie wysokie zanieczyszczenia wody gruntowej stwierdzono w Danii, Holandii i Belgii (tab. 1) [Strebel i in. 1989]. Pociąga to za sobą intensywne wymywanie biogenów z terenów rolniczych (tab. 2) [Stanners i Bourdeau 1995].

Tabela 1. Średnia roczna koncentracja N-NO₃ w wodzie gruntowej [Strebel i in. 1989]

Table 1. Average annual concentration of N-NO₃ in groundwater [Strebel and others 1989]

Gleba <i>Soil</i>	Rodzaj uprawy i nawożenie <i>Type of crop plants and fertilization</i>	mg N·l ⁻¹ <i>mg N·l⁻¹</i>
Piaszczysta – <i>Sandy</i>	Las iglasty	< 2,5
Piaszczysta – <i>Sandy</i>	Łąka (250 kg N·ha ⁻¹ ·r ⁻¹)	3-7
Piaszczysta – <i>Sandy</i>	Pastwisko intensywnie spaszane (250 kg N·ha ⁻¹ ·r ⁻¹) 2 duże jednostki bydła	14-20
Piaszczysta – <i>Sandy</i>	Zboża – burak cukrowy – ziemniaki – zboża (120 kg N·ha ⁻¹ ·r ⁻¹)	25-30
Piaszczysta – <i>Sandy</i>	Uprawa warzyw (300 - 600 kg N·ha ⁻¹ ·r ⁻¹)	34- >70

Tabela 2. Wymywanie N-NO₃ (kg N·ha⁻¹·rok⁻¹) w Danii [Stanners i Bourdeau 1995]

Table 2. Wash-out of N-NO₃ (kg N·ha⁻¹·year⁻¹) in Denmark [Stanners i Bourdeau 1995]

Rodzaj roślinności <i>Cultivation</i>	Średnie <i>Average</i>	Zakres ocen <i>Scope of scoring</i>
Naturalna – <i>Natural</i>	2,5	0,5-3,3
Pastwiska – <i>Pasture</i>	16,0	8-35
Oziminy i rzepak – <i>Winter crops and rape</i>	41,0	39-44
Jęczmień jary – <i>Spring barley</i>	72,0	19-166
Okopowe – <i>Root crops</i>	88,0	28-154

Działalność rolnicza prowadzi do znacznego uproszczenia struktury agroekosystemu w porównaniu do naturalnych ekosystemów. Rolnik chcąc osiągnąć efekty gospodarcze, kieruje wszystkie stosowane środki na wzrost plonów, eliminując wszelkie przeszkody. Należy jednak pamiętać, że w wyniku koniecznego upraszczania struktury upraw, umożliwiającego osiągnięcie celów produkcyjnych, zmieniają się również właściwości agroekosystemów uwarunkowane uproszczoną siecią powiązań funkcjonalnych pomiędzy mniejszą liczbą komponentów. Prowadzi to między innymi do:

- obniżenia stopnia zamknięcia wewnętrznych cykli obiegu materii i zmniejszenia zdolności magazynowania systemu, co powoduje, że agroekosystemy stają się intensywnymi źródłami zanieczyszczeń obszarowych [Ryszkowski 1992];
- mniejszych możliwości modyfikacji oddziaływań zewnętrznych na agroekosystem, np. możliwości modyfikacji czynników pogodowych czy zaburzeń wywołanych przez czynniki losowe lub działania człowieka [Ryszkowski 1994, 1998];
- zmniejszenia zdolności regulacyjnych i regeneracyjnych agroekosystemów.

GŁÓWNE PRZYCZYNY ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA ROLNICZEGO

Istnieją dwie grupy przyczyn powstawania zagrożeń środowiska rolniczego. Do pierwszej grupy należą działania sprzeczne z wiedzą rolniczą. Tak na przykład duże znaczenie dla bezpiecznego stosowania nawozów mają: przestrzeganie terminów nawożenia, dobór odpowiednich nawozów i dostosowanie wielkości jednorazowych ich dawek do warunków glebowych, klimatycznych i wymogów uprawianych roślin. Są to zagadnienia dobrze opracowane przez współczesne nauki rolnicze, jednakże w niedostatecznym stopniu stosowane w praktyce. Każde niedbalstwo lub nieumiejętność w tym względzie prowadzi do zagrożeń środowiska. Dla doraźnych efektów ekonomicznych nie należy zwiększać dawek nawozów mineralnych ponad poziom uwarunkowany przyrodniczo. Należy pamiętać, że wprowadzany z nawozami azot i fosfor zwiększają znacznie mineralizację materii organicznej przez drobnoustroje i zwierzęta glebowe. Dlatego nawożenie mineralne powinno być koniecznie uzupełnione nawożeniem organicznym, aby nie doprowadzić do obniżenia zasobów próchnicy. Podobne uwagi odnoszą się do innych czynników intensyfikacji produkcji rolnej.

Druża grupa przyczyn zagrożenia środowiska, powstających w trakcie działalności rolniczej, wynika z braku wiedzy ekologicznej. Jak podkreślono powyżej, rolnik upraszczając strukturę ekosystemu celem uzyskania plonów zawsze przekształca agroekosystemy w kierunku zmniejszenia ich zdolności retencyjnych, obniżenia odporności na zaburzenia itp. Zwiększenie otwarcia cykli obiegu materii prowadzi do tego, że znaczna część wprowadzonych do agroekosystemów materiałów zostanie stracona przez wymywanie, spływ, ulatnianie czy też wywiewanie.

Poprzez upraszczanie struktury agroekosystemów w procesie intensyfikacji produkcji rolnej, eliminowane są wszystkie rośliny poza wytwarzającymi plon, a rozwój całego łańcucha jest zsynchronizowany, co prowadzi do dużej jednorodności pokrywy roślinnej. Często ubożęją zasoby próchnicy, w świecie drobnoustrojów przeważają bakterie o intensywnym metabolizmie, a świat zwierząt żyjących w glebie ulega znacznemu zubożeniu. Jednocześnie eliminowane są miedze, zadrzewienia i drobne zbiorniki śródpolne. Rowy melioracyjne porośnięte krzewami przekształcane są w system zasypanych drenów. Wszystko to powoduje, że pod wpływem intensyfikacji działań ukierunkowanych wyłącznie na wzrost plonów, wykształca się w agroekosystemach i krajobrazie rolniczym słabiej rozwinięta sieć wzajemnych, znacznie uproszczonych powiązań pomiędzy ich biotycznymi i abiotycznymi składowymi. Prowadzi to do zmian funkcjonalnych pól uprawnych wyrażających się między innymi zwiększonym wywiewaniem, wymywaniem lub ulatnianiem wielu związków chemicznych. Wzrasta amplituda czynników mikrometeorologicznych, częściej występują susze lub powodzie, czy też powojowe masowe szkodników lub patogenów [Ryszkowski 1984, 1987, 1988, 1990]. Konsekwencją tego stanu rzeczy jest to, że pola uprawne bardzo istotnie oddziałują na inne ekosystemy poprzez zmianę składowych bilansu wodnego, intensyfikację procesów erozji, zanieczyszczenia obszarowe wód gruntowych itp. [Kędziora i in. 1989, Ryszkowski i Bartoszewicz 1989, Ryszkowski i Kędziora 1987, Ryszkowski i in. 1989].

NAJWAŻNIEJSZE ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA ROLNICZEGO

Intensyfikacja i mechanizacja rolnictwa w powiązaniu z błędami w agrotechnice doprowadziły w ciągu ostatnich stuleci do powstania wielu zagrożeń środowiska na obszarach wiejskich. Do najważniejszych zagrożeń środowiska rolniczego w kraju zaliczyć należy:

- degradacja gleb, zakwaszenie, ubytek materii organicznej, zagęszczenie, wzrost erozji,
- pogorszenie zdolności retencyjnej środowiska i narastanie niedoborów wodnych,
- zanieczyszczenie wód powierzchniowych i gruntowych,
- ubożenie biologicznej różnorodności.

1. Degradacja gleb

Zmiany chemizmu gleb

Główną przyczyną zakwaszenia gleb są kwaśne deszcze, stosowanie fizjologicznie kwaśnych nawozów i niedostateczne wapnowanie. Według Gorlacha [1988] wśród gruntów ornych 25,5%, a wśród użytków zielonych 15,4% ich powierzchni to gleby bardzo kwaśne ($\text{pH} < 4,5$), w których występuje podwyższona ruchliwość metali ciężkich. Zakwaszenie gleb jest bardzo groźnym zjawiskiem ponieważ, jak wskazują wyniki badań okręgowych stacji chemiczno-rolniczych, wzrasta ono w miarę upływu czasu [IUNG 1989]. Na bardzo kwaśnych glebach rośliny pobierają duże ilości metali ciężkich, np. kadmu nawet w sytuacjach, gdy koncentracja tego pierwiastka jest bardzo mała. Tak np. ziarno zbóż w tych warunkach może zawierać koncentrację kadmu przewyższająca normę dopuszczalną dla standardów konsumpcyjnych [Witek 1993].

Ubytek materii organicznej

Innym zagrożeniem gleb jest narastające zubożenie gleb w materię organiczną, wywoływane przez narastające przesuszenie gleb [Marcinek 1976, Niewiadomski 1979]. W czarnych ziemiach kujawskich w okresie od 1931 r. do 1961 r. zawartość próchnicy spadła od 2,75% do 2,24%, a przesuszone gleby organiczne mogą ulegać spalaniu w tempie od 1 do 30 mm na rok [Marcinek 1976]. Zakwaszenie gleb i spadek zawartości próchnicy wskazują na stopniową degradację gleb – zwłaszcza lekkich – na obszarze kraju. Prowadzi to do znacznego pogorszenia struktury gleby i obniżenia jej zdolności retencyjnej.

Zagęszczenie gleb

Zagęszczenie podornej warstwy gleby, powstające w wyniku używania ciężkiego sprzętu i wielokrotnej orki bez stosowania głębosza, doprowadziło w niektórych polach do wzrostu gęstości gleby do ponad $1800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Taka gęstość gleby ma katastrofalne skutki dla upraw rolniczych, gdyż praktycznie uniemożliwia rozwój korzeni roślin i znacznie redukuje infiltrację wody opadowej do głębszych warstw. Ogranicza jednocześnie warstwę gleby istotną ze względu na kształtowanie dostępnych dla roślin zapasów wody glebowej. To również powoduje zwiększone, bezużyteczne odpływy wody z terenów ornych (tab. 3) [Wessolek i in. 1994]. Szczególnie niekorzystne są uprawy o uproszczonej strukturze i ubogiej szacie roślinnej, np. pole szparagów, z którego odpływa prawie 3 razy więcej wody niż z terenów leśnych.

Tabela 3. Średni roczny odpływ wody gruntowej ($l\cdot m^{-2}$) [Wessolek i in. 1994]

Table 3. Average annual outflow of groundwater ($l\cdot m^{-2}$) [Wessolek and others 1994]

Rodzaj uprawy <i>Cultivation</i>	Odpływ wody gruntowej <i>Outflow of groundwater</i>
Oziminy – <i>Winter crops</i>	252
Jare – <i>Spring crops</i>	281
Ziemniaki – <i>Potatoes</i>	257
Szparagi – <i>Asparagus</i>	411
Łąki – <i>Meadows</i>	218
Las iglasty – <i>Coniferous forest</i>	142

Erozja gleb

Potencjalną erozją wietrzną zagrożonych jest w Polsce 28,2% powierzchni kraju, w tym 10% erozją średnią i 1% – erozją silną. Powierzchniową erozją wodną zagrożonych jest 27,9% powierzchni, w tym jej silnymi formami – 3,5%. Największe obszary zagrożone silną erozją

wietrzną występują w byłych województwach: sieradzkim (9,6%), konińskim (7,2%) i skierniewickim (5,7%). Silną erozją powierzchniową wodną zagrożonych jest 30,4% powierzchni w byłych województwach: krośnieńskim, 29,5% w bielskim, 21,1% w nowosądeckim i 28,6% w krakowskim [Józefaciuk i Józefaciuk 1995]. W wyniku postępującego przesuszenia pokrywy glebowej, szczególnie na Niżu Polskim proces erozji wietrznej potęguje się i zagraża coraz to nowym obszarom. Erozją wodną zagrożone są głównie gleby lessowe południowo wschodniej Polski oraz tereny górzyste i obszary nizinne, ale bogato rzeźbione. Ta erozja jest dostrzegana przez wszystkich. Uchodzi jednak uwadze mikroerozja gleb na terenach płaskich. W wyniku jej działania większość gleb brunatnych i płowych na obszarach bogato rzeźbionych ulega degradacji [Marcinek 1994, Sienkiewicz 1993]. Jak podaje Bennett [1939], do zerodowania 18 cm warstwy gleby dochodzi w lesie dziewiczym w ciągu 575 tysięcy lat, a na glebie pozbawionej roślinności, w ciągu 18 lat.

Tabela 4. Czas niezbędny do erozji 18 cm gleby [Bennett 1939]
Table 4. Time necessary for 18 cm soil erosion [Bennett 1939]

Ekosystem – <i>Ecosystem</i>	Liczba lat – <i>Number of years</i>
Las dziewiczy – <i>Virgin forest</i>	575 000
Pastwisko trwałe – <i>Permanent pasture</i>	82 150
Pola uprawne – <i>Crop field</i>	110
Naga gleba – <i>Bare soil</i>	18

Erozja wietrzna, chociaż w skali kraju stanowi mniejsze zagrożenie niż wodna, to w specyficznych warunkach środowiskowych i mikroklimatycznych może powodować duże straty szczególnie cennych składników gleby. Taka sytuacja panuje na wiosnę na polach bez pokrywy roślinnej. Przy silnej insolacji słonecznej podczas napływu zimnych mas powietrza panują szczególne warunki. Warstewka powietrza otaczająca mocno nagrzane agregaty glebowe wykazuje duże wartości ciśnienia pary wodnej nasyconej. W zimnym i suchym powietrzu jest niskie ciśnienie pary wodnej. Rodzi to wysokie wartości niedosytu wilgotności powietrza, przekraczające kilkadziesiąt hektopaskali. To z kolei wymusza intensywne parowanie z powierzchni agregatów glebowych, które kurcząc się pękają i ulegają procesowi rozkruszania. Jeżeli towarzyszy temu dostatecznie duża prędkość wiatru to powstaje burza pyłowa, która może być tak intensywna, że w ciągu kilku godzin zasypuje przyległe do pól rowy.

2. Pogorszenie zdolności retencyjnej środowiska i narastanie niedoborów wodnych

Zmniejszenie retencji

Błędy popełnione, szczególnie w ostatnim stuleciu, w prowadzonych pracach melioracyjnych, nastawionych głównie na drenowanie, jak również błędy w agrotechnice doprowadziły do znacznego zmniejszenia zdolności retencyjnej środowiska i do przesuszenia pokrywy glebowej. Główne skutki tych błędów, wynikających z niezrozumienia procesów i mechanizmów kontrolujących przepływ energii i obieg materii, to:

- wcinanie się rzek w teren i obniżanie się lustra wody w wyniku prostowania biegu rzeki i regulacji brzegów, co pociąga za sobą obniżenie poziomu wód gruntowych w terenie przyległym do rzeki;
- erozja brzegów rzeki;
- zwiększenie spływów powierzchniowych, a zmniejszenie odpływu gruntowego w wyniku zamiany łąk na pola uprawne oraz w wyniku wycięcia zakrzaczeń i zalesień śródpolnych;

- erozja wietrzna gleb, która powoduje wywiewanie najżyźniejszych cząstek gleby i zmniejszenie retencji;
- obniżenie poziomu wód gruntowych w wyniku wiercenia głębokich studzien i budowy kopalni odkrywkowych .

Pogłębiające się niedobory wody

Na dużych obszarach, a zwłaszcza w pasie nizin środkowo-polskich, na powierzchni około 120 000 km² [Kleczkowski i Mikulski 1993] naszego kraju w coraz większym stopniu odczuwalne stają się deficyty wody. Wynikają one zarówno z uwarunkowań klimatycznych, jak i z trwającej od wielu wieków ingerencji człowieka w stosunki krajobrazowe, nie sprzyjające wzmaganie retencji wodnej terenu (wylesienia, osuszanie bagien, eksploatacja torfowisk, melioracje odwadniające na polach), a często prowadzące do zwiększenia i przyspieszenia odpływu (prostowanie cieków, wyrównywanie i techniczna obudowa linii brzegowych itp.). W okresie od 1790 do 1960 roku na obszarze około 15 tys. ha w Wielkopolsce liczba młynówek spadła z 1208 do około 60 [Gołaski 1988]. Podobnie, w wyniku wprowadzania dużej mechanizacji i zwiększania wymiarów pól zlikwidowano większość polodowcowych oczek wodnych [Kaniecki 1991]. Niedobory wody stały się czynnikiem nie tylko uniemożliwiającym bytowanie wielu gatunków roślin i zwierząt, ale również ograniczającym na niektórych terenach rozwój rolnictwa i przemysłu. W obliczu prawdopodobnych zmian klimatycznych zagrożenie narastających deficytów wody może się spotęgować [Kędziora 1995].

3. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych i gruntowych

W odniesieniu do obszarów wiejskich wszystkie kategorie zanieczyszczeń mają zasadnicze znaczenie dla stanu środowiska rolniczego, gdyż zarówno ścieki jak i mokry oraz suchy opad z atmosfery, a także spływy z wysypisk dynamicznie migrują w obrębie zlewni oraz podlegają akumulacji w zagłębieniach terenu, dolinach i bezodpływowych zbiornikach wodnych, przenikając w wyniku infiltracji do wód gruntowych lub nawet wglębnych. Szczególne znaczenie mają zanieczyszczenia obszarowe, generowane głównie przez rolnictwo w rezultacie uprawy ziemi, stosowania nawożenia mineralnego, gnojowicy oraz środków ochrony roślin [Ryszkowski 1992]. Dominacja gleb lekkich w areale użytków rolnych naszego kraju ułatwia przenikanie zanieczyszczeń do wód gruntowych i powierzchniowych. Efekty tych zanieczyszczeń objawiają się spadkiem jakości wody pitnej i postępującą eutrofizacją śródpolnych zbiorników wodnych i cieków.

4. Ubożenie biologicznej różnorodności

Intensyfikacja gospodarki rolnej prowadzi zwykle do zubożenia biologicznego przyrody. Tak samo dążenie do zwiększenia arealu pól uprawnych, zamiana lasów i łąk na pola orne, nadmierne powiększanie rozmiarów pól wymagające zaorywania miedzi, zasypywania rowów i wycinania zakrzaczeń, uniemożliwia istnienie wielu gatunków roślin i zwierząt [Ryszkowski i Bałazy 1991]. Ryszkowski [1985], analizując wielkość biomasy zwierząt glebowych pierwotnych lasów grądowych i dzisiejszych pól uprawnych, doszedł do wniosku, że zmalała ona z 18-45 g suchej masy na 1 m² do około 1,5 g, a więc 12 do 30 razy. Zagrożenie różnorodności biologicznej jest spotęgowane innym zagrożeniem środowiska rolniczego, a mianowicie przesuszeniem pokrywy glebowej i ubożeniem gleby w materię organiczną [Gliwicz 1995]. Kompleksowe badania prowadzone w Zakładzie Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN wykazały znaczne ubożenie biomasy całości występujących na polach uprawnych bezkręgowców, w porównaniu do ekosystemów, w których ingerencja człowieka jest mniejsza, jakimi są lasy i łąki [Karg i Ryszkowski 1996, Ryszkowski 1981]. W stosunku do szacunków przeprowadzonych dla lasów i łąk, biomasa kręgowców w agroekosystemach jest od kilku do około 30 razy mniejsza.

PRZECIWDZIAŁANIA ZAGROŻENIOM ŚRODOWISKA ROLNICZEGO

Dla zapewnienia dalszego rozwoju obszarów rolniczych i pełnienia przez nie ich podstawowej funkcji, jaką jest produkcja zdrowej żywności niezbędne jest podjęcie zintegrowanych działań mających na celu powstrzymanie niekorzystnych trendów pogarszających agropotencjał siedliska, ale także w miarę możliwości odwrócenie zaszytych, niekorzystnych zmian. Oznacza to wzmocnienie działań mających na celu wykorzystanie naturalnych zdolności krajobrazu rolniczego do regeneracji i wzrostu odporności na zagrożenia, działań opartych o rosnącą świadomość dotyczącą procesów i mechanizmów kontrolujących przepływ energii i obieg materii. Działania te powinny być wsparte wykorzystaniem potencjału technicznego [Ryszkowski 1990, Ryszkowski 1992].

Rozpoznanie praw obiegu materii w środowisku doprowadziło do przekonania, że podwyższenia zdolności regenerujących (samooczyszczających) krajobrazu należy szukać w odpowiedniej strukturze pól uprawnych oraz łąk, zadrzewień, zbiorników wodnych działających jako bariery ograniczające zanieczyszczenia obszarowe, modyfikujące warunki mikroklimatyczne i utrzymujące wysoką różnorodność biologiczną krajobrazu rolniczego. Dopiero w takim systemie przyrodniczo-gospodarczym można uzyskać wysokie plony, jak i realizować program ochrony środowiska. Rolnik wykorzystujący wiedzę ekologiczną może zwiększyć intensywność procesów oczyszczania wód gruntowych i powierzchniowych, podwyższyć małą retencję wody, wykorzystać możliwości fitomelioracji oraz zapewnić warunki produkcji zdrowej żywności, przy jednoczesnym utrzymaniu intensywnej produkcji rolnej, jednak nie przekraczającej możliwości regeneracyjnych stworzonego układu przyrodniczego.

Podstawowymi działaniami dla zwiększenia odporności środowiska na zagrożenia powinno być:

1. Intensyfikacja systemowych działań dla zwiększenia retencji wodnej, zwłaszcza na obszarze nizin środkowo-polskich, gdzie występują silne deficyty wody w sezonie wegetacyjnym. Przedsięwzięcia prowadzące do maksymalnego zmagazynowania wód roztopowych oraz pochodzących z okresowych nadmiarów opadów w sezonie wegetacyjnym powinny obejmować:

- budowę i odrestaurowanie sieci dużych, średnich i małych zbiorników w celu kontroli i regulowania odpływów z poszczególnych zlewni;
- zmagazynowanie wód drenarskich w trwałych i sezonowych zbiornikach śródpolnych, w ramach małej retencji;
- ochronę ekosystemów podmokłych (bagna, torfowiska, łąki);
- zaniechanie lub ograniczenie do niezbędnego minimum zabiegów hydrotechnicznych i melioracyjnych prowadzących do zwiększenia odpływu;
- zwiększenia zasobów materii organicznej w glebach.

Zwiększenie małej retencji wodnej można uzyskać głównie poprzez wykorzystanie istniejących, śródpolnych zbiorników wodnych, odtworzenie zniszczonych oczek polodowcowych oraz przechwytywanie wód drenarskich, w okresie ich wzmoczonego odpływu, w lokalnych zagłębieniach terenu, a także poprzez wprowadzanie urządzeń piętrzących (zastawek) w sieci rowów melioracyjnych. Jak wykazały badania przeprowadzone w Katedrze Agrometeorologii AR Poznań, małe zbiorniki śródpolne nie tylko gromadzą wodę w swej czaszy, ale także zwiększają retencję wodną w glebie terenów otaczających zbiornik wodny. Małe zbiorniki wodne, przyczyniając się do podniesienia poziomu wód gruntowych w terenach do nich przyległych, zwiększają wilgotność gleby, co z kolei zmniejsza erozję wietrzną gleb. Przyrost retencji glebowej i wód gruntowych, możliwy do uzyskania w terenach przyległych do małych zbiorników śródpolnych, może być nawet większy niż przyrost retencji w samym zbiorniku [Kędziora i Juszcak 2004]. Badania prowadzone w zlewni Wyskoci wykazały, że gdyby zbiorniki te wykorzystano (w okresie wiosen-

nym) do retencji bezproduktywnie odprowadzanych poza obszar zlewni wód drenarskich, zasoby retencjonowanej w nich wody można by zwiększyć (w skali całej zlewni) aż o 156%, w stosunku do zasobów aktualnej retencji zbiornikowej. Możliwy do uzyskania w tym samym czasie przyrost retencji wód gruntowych oszacowano na 138%. Oznacza to, że całkowity średni przyrost retencji wód w zbiorniku i wód gruntowych w terenach do niego przyległych może wynosić aż 293% (w stosunku do stanu aktualnej retencji zbiornikowej).

Małe oczka wodne w terenie rolniczym, poza tym, że zwiększają retencję powierzchniową, pełnią również ważną rolę w ochronie środowiska poprzez przechwytywanie zanieczyszczeń i wymywanych z pól niewykorzystanych składników nawozowych [Kędziora i Juszcak 2004]. Ważną rolę w tych procesach spełnia zarówno roślinność otaczająca zbiornik, jak i występująca w samym zbiorniku.

2. Wzmaganie odporności pokrywy glebowej na degradację, a w szczególności upowszechnianie działań mających na celu powstrzymanie ubytku materii organicznej gleb, a nawet jej odbudowa, niedopuszczanie do dalszego przesuszania pokrywy glebowej i odbudowa dobrej struktury gleby. Wzrost zawartości materii organicznej w glebie poprawia jej strukturę, a tym samym pozwala na zwiększenie jej zdolności retencyjnych i przeciwdziała przesuszeniu. Gleba o lepszej strukturze jest mniej podatna na erozję wodną i wietrzną.

3. Optymalizacja powierzchniowego udziału lasów i zadrzewień

Jak wykazały wieloletnie badania prowadzone w Zakładzie Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu, jednym z najefektywniejszych działań prowadzących do przeciwdziałania zagrożeniom ze strony obszarów rolnych jest kształtowanie bogatej struktury krajobrazu; im większy udział lasów, zadrzewień, łąk i użytków ekologicznych tym większa odporność krajobrazu na zagrożenia pochodzenia rolniczego. Lasy i zadrzewienia zwiększają potencjał retencyjny środowiska poprzez zwiększenie ilości wody wsiąkającej w glebę oraz zmniejszenie i wydłużenie czasu odpływu ze zlewni, redukują stężenia biogenów w wodzie gruntowej, przeciwdziałają erozji wodnej i wietrznej dzięki spowolnieniu prędkości i wielkości spływów powierzchniowych i redukcję prędkości wiatru, redukują bezużyteczny odpływ wody ze zlewni, są ostoją zwierząt i roślin, przez co wzbogacają biologiczną różnorodność. Istotną rolą lasów i zadrzewień jest kontrola obiegu wody. Wzrost lesistości o 1% powoduje wzrost opadów o 5 mm [Bac 1968]. W skali regionalnej, w warunkach klimatu panującego na niżu polskim, przy wzroście lesistości do 35% efekt zwiększenia opadów zaczyna przeważać nad efektem zwiększenia ewapotranspiracji, prowadząc do pozytywnej zmiany bilansu wodnego regionu [Ryszkowski i Kędziora 2006].

Jak podaje Ostromęcka [1949] i Jansz [1959] zadrzewienia wpływają korzystnie na mikroklimat przez: osłabienie prędkości wiatru o 35-40%, zwiększenie wilgotności względnej powietrza, zwiększenie grubości pokrywy śnieżnej, zwolnienie tempa topnienia śniegu na wiosnę, co powoduje, że w terenie porośniętym pasami zadrzewień wsiąka w glebę o $300 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ więcej wody niż w terenie odkrytym.

Wprowadzenie zadrzewień i łąk w krajobraz rolniczy jest najefektywniejszym sposobem kontroli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w wodzie gruntowej. Redukcja azotanów i fosforanów w wodzie gruntowej przepływającej przez zadrzewienie dochodzi do 95% [Ryszkowski i Bartoszewicz 1989, Ryszkowski i Bartoszewicz 1996].

4. Zachowanie i odbudowa biologicznej różnorodności krajobrazu

Zachowanie w krajobrazie rolniczym dużej liczby miejsc ostojowych dla zwierząt i roślin w postaci zadrzewień śródpolnych, miedz, żywopłotów, drobnych płątów roślinności bagiennej czy też drobnych, śródpolnych zbiorników wodnych prowadzi do utrzymania bogatej i różnorodnej

fauny i flory w krajobrazie rolniczym, mimo intensywnej gospodarki rolnej [Karg i Ryszkowski 1996]. Bariery biogeochemiczne nie tylko wpływają na obieg wody, ograniczają zanieczyszczenia obszarowe generowane na polach uprawnych, ale także zapewniają warunki dla przeżycia wielu gatunków roślin i zwierząt. Tak na przykład wieloletnie badania roślinności w krajobrazie rolniczym okolic Turwi wykazały występowanie 805 gatunków roślin naczyniowych, w tym 22 gatunki roślin chronionych. Największym bogactwem gatunkowym charakteryzują się ekosystemy trawiaste (316 gatunków), zadrzewienia (266 gatunków) oraz drobne, śródpolne zbiorniki wodne (209 gatunków). Również bardzo bogata i urozmaicona jest awifauna. Stwierdzono występowanie 68 gatunków ptaków lęgowych, ze średnim zagęszczeniem 146 par na 10 ha. Zadrzewienia kępowe i pasowe są siedliskiem mającym największy wpływ na różnorodność biologiczną zgrupowania ptaków w krajobrazie rolniczym. Również inne grupy kręgowców oraz bezkręgowców (owady) występują licznie w krajobrazie rolniczym, dzięki bogatej sieci miejsc ostojowych. Nie rozwijając dalej roli różnorodności struktury krajobrazu rolniczego dla ochrony różnorodności biologicznej można stwierdzić, że rolnik może odegrać dużą rolę w ochronie przyrody na obszarach wiejskich. Ochroniając różnorodność elementów krajobrazu, zarówno w obrębie swojego gospodarstwa, jak i w obrębie całego krajobrazu może względnie skutecznie ograniczyć niekorzystne oddziaływanie agrotechniki na świat żywych organizmów. Należy jednak odejść od ujednolicania krajobrazu rolniczego, wynikającego często z nadmiernej specjalizacji gospodarki rolnej.

PODSUMOWANIE

Intensyfikacja rolnictwa, poprzez wprowadzanie jednogatunkowych, dużych agrocenoz, upraszczanie struktury szaty roślinnej, szerokie stosowanie substancji chemicznych i ciężkiego sprzętu, generuje zagrożenia trwałego i stabilnego rozwoju obszarów wiejskich. Jednak dzisiejsza wiedza z zakresu ekologii krajobrazu pozwala na takie jego kształtowanie, które nie wymaga ekstensyfikacji rolnictwa, zapewniając jednocześnie ochronę podstawowych funkcji terenów rolniczych i zachowując bogactwo żywych zasobów przyrody. Podstawowymi działaniami prowadzącymi do tego celu jest zróżnicowanie struktury krajobrazu polegające na wprowadzaniu nieproduktywnych, z punktu widzenia produkcji roślinnej, elementów krajobrazu, takich jak: zadrzewienia śródpolne, enklawy łąk i pastwisk, zakrzewienia itp., oraz ochrona i rozbudowa małej retencji wodnej i stosowanie agrotechniki wzbogacającej glebę w materię organiczną. Prowadzi to do zwiększenia stopnia zamknięcia obiegu materii w krajobrazie rolniczym oraz do maksymalizacji zasobów wodnych. W tym celu należy dążyć do utrzymania jak najdłużej i jak najwięcej wody w zlewni, przy prawidłowej jej alokacji oraz do racjonalnego wykorzystania zasobów wody poprzez minimalizację jej strat w procesie fizycznego parowania a maksymalizacji procesu ewapotranspiracji.

PIŚMIENNICTWO

1. Bennett, H.,H.1939. Soil Conservation. New York, N.Y.: McGraw-Hill Book Company: 739.
2. Gliwicz, J. 1995. Prognoza zachowania różnorodności biologicznej: gatunkowej i genetycznej. Prognoza ostrzegawcza zmian środowiskowych warunków życia człowieka w Polsce na początku XXI wieku. Praca zb. pod red. S. Kozłowski. PAN, Komitet Nauk. Człowiek i Środowisko. 10: 153–159.
3. Gołaski, J. 1988. Atlas rozmieszczenia młynów wodnych w dorzeczu Warty, Brdy i części Baryczy w okresie 1790 do 1960. Cz. 1. Śródkowa Warta, Proсна i Barycz. Wyd. AR w Poznaniu: 109.
4. IUNG. 1989. Ocena stanu zagrożenia gleb kraju z punktu widzenia produkcji pełnowartościowych płodów rolnych. Puławy (maszynopis).

5. Jansz, A. 1959. Wpływ zadrzewień ochronnych w Rogaczewie na mikroklimat pól przyległych. *Roczn. Nauk Roln. A*, 79: 1091–1125.
6. Józefaciuk, A., Józefaciuk, Cz. 1995. Erozja agroekosystemów. *Biblioteka Monit. Środow.*: 168.
7. Kaniecki, A. 1991. Problemy odwodnienia Niziny Wielkopolskiej w ciągu ostatnich 200 lat i zmiany stosunków wodnych. *Konf. Nauk.: Ochrona i racjonalne wykorzystanie zasobów wodnych na obszarach rolniczych Wielkopolski*. Poznań, 7 grudzień 1991: 73–80.
8. Karg, J., Ryszkowski, L. 1996. Animals in arable land. Dynamics of an agricultural landscape. Ed. L. Ryszkowski, N. French, A. Kędziora. *PWRiL*: 138–172.
9. Kędziora, A. 1995. Prognoza zmian klimatycznych. W: *Prognoza ostrzegawcza zmian środowiskowych warunków życia człowieka w Polsce na początku XXI wieku*. Praca zb. pod red. S. Kozłowski. PAN, Kom. Nauk. Człowiek i Środow. 10: 97–132.
10. Kędziora, A., Olejnik, J., Kapuściński, J. 1989. Impact of landscape structure on heat and water balance. *Ecol. Internat.* 17: 1–17.
11. Kędziora, A., Juszczak, R. 2005. Ekosystemy wodne obszarów wiejskich. *Post. Nauk Roln.*, 3: 87–105.
12. Kleczkowski, A. S., Mikulski, Z. 1995. Prognoza gospodarowania wodą. Stan zasobów. W: *Prognoza ostrzegawcza zmian środowiskowych warunków życia człowieka w Polsce na początku XXI wieku*. Praca zb. pod red. S. Kozłowski. PAN, Kom. Nauk. Człowiek i Środow. 10: 35–48.
13. Lyndon, van G.W.J. 1995. The european soil resources. Council of Europe Press. *Nature and envir.* 71: 99.
14. Marcinek, J. 1976. Wpływ odwodnienia w związku z intensyfikacją gospodarki rolnej i leśnej na przeobrażenia pokrywy glebowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 177: 73–157.
15. Marcinek, J. 1994. Rozmiary erozji wodnej gleb w Wielkopolsce. *Rocz. AR Poznań*, 266, Mel. i Inż. Środ. 14: 26–38.
16. Niewiadomski, W. 1979. Ekologiczne skutki intensyfikacji rolnictwa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 228: 9–28.
17. Ostromęcka, M. 1949. Pasy wiatrochronne w ZSRR w świetle doświadczeń. *Gosp.Wod.* 3-4: 14–16.
18. Ryszkowski, L. 1981. Wpływ intensyfikacji rolnictwa na faunę. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 233: 7–38.
19. Ryszkowski, L. 1984. Ekologiczne prawidłowości funkcjonowania ekosystemów na obszarach przyrodniczo-cennych. W: *Ekologiczne, medyczne i socjologiczne przesłanki kształtowania obszarów przyrodniczo-cennych*. Praca zb. pod red. L. Ryszkowski. WPN : 61–73.
20. Ryszkowski, L. 1985. Impoverishment od soil fauna due to agriculture. *Intecol Bull.* 12: 7–17.
21. Ryszkowski, L. 1987. Rolnictwo ekologiczne. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 324: 15–42.
22. Ryszkowski, L. 1988. Agroekosystemowe zasady rozwoju rolnictwa. *Post. Nauk. Roln.* 5/6: 3–18.
23. Ryszkowski, L. 1990. Ecological guidelines for management of rural areas in Poland. In: *Ecological Risk*. Eds. Grodziński W., Cowling E. B., Breymeyer A. National Academy Press. Washington D.C.: 249–264.
24. Ryszkowski, L. 1992. Rolnictwo a zanieczyszczenia obszarowe środowiska. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 4: 3–14.
25. Ryszkowski, L. 1994. Strategy for increasing countryside resistance to environment threats. Functional appraisal of agricultural landscape in Europe. Eds. L. Ryszkowski, S. Bałazy. Research Centre for Agricul. and Forest Envir: 9–18.
26. Ryszkowski, L. 1998. Ecological guidelines for the management of agricultural landscapes. Modern trends in ecology and environment. Ed. R. S. Ambasht. Backhuys Publishers. Leiden: 187–201.
27. Ryszkowski, L., Bałazy, S. 1991. Strategia ochrony żywych zasobów przyrody w Polsce. *Zakł. Bad. Środ. Roln. i Leśn.* PAN: 95.
28. Ryszkowski, L., Bartoszewicz, A. 1989. Impact of agricultural landscape structure on cycling of inorganic nutrients. Ecology of arable land. Eds. M. Clarholm, L. Bergstrom. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht: 241–246.
29. Ryszkowski, L., Bartoszewicz, A. 1996. Influence of shelterbelts and meadows on the chemistry of ground water. In: *Dynamics of an agricultural landscape*. Eds. L. Ryszkowski, N. French, A. Kędziora. *PWRiL*: 98–109.

30. Ryszkowski, L., Karg, J., Szpakowska, B., Życzyńska-Bałoniak, I. 1989. Distribution of phosphorus in meadow and cultivated field ecosystems. Phosphorus cycles in terrestrial and aquatic ecosystems. Ed. H. Tissen. Turner-Warwick Communications, Saskatoon, Canada.: 178–192
31. Ryszkowski, L., Kędziora, A. 1987. Impact of agricultural landscape structure on energy flow and water cycling. *Land. Ecol.* 1: 85–94.
32. Ryszkowski, L., Kędziora, A. 2006. Modification of water flows and nitrogen fluxes by shelterbelts. *Ecol. Eng.* 1125: 1–13.
33. Sienkiewicz, M. 1993. Rola denudacji antropogenicznej w przeobrażeniu stoków gleb w środkowej części Polski północnej. *Geoekosystem obszarów nizinnych*. Ossolineum: 153–158.
34. Stanners, D., Bourdeau, P. 1995. Europe's environment. European Environment Agency: 676.
35. Strebel, O., Duynisveld, W. H. M., Bottcher, J. 1989. Nitrate pollution of groundwater in Western Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 26: 189-214.
36. Wessolek, G.H., Reents, J., Möller, W., Müller, P. 1994. Interpretation vertikaler Nitrattiefenprofile von Sandstandorten mit unterschiedlicher Nutzung. *Zeits. für Kulturt. und Landen.* 35: 10–20.
37. Witek, T. 1993. Rolnictwo na glebach zanieczyszczonych metalami ciężkimi. W: *Proekologiczne zorientowanie polityki rolnej w Polsce na przełomie XX i XXI wieku*. Praca zb. pod red. W. Michna. IERiGŻ. II: 5–17.

ANDRZEJ KĘDZIORA

THE NATURAL BASICS OF AGROECOSYSTEMS' PROTECTION

Summary

The long-term agricultural use of environment, not always consistent with principles of good agricultural science and not based on fundamental laws of energy flow and matter cycling, brought up to rising of environment threats which can cause the collapse of basic function of agricultural areas, which is production of good and health food. The main threats of arable lands are soil degradation, worsening of soil water retention, water pollution and intensification of water and wind erosion of soil. Growing ecological knowledge, particularly recognition of mechanisms controlling energy flow and matter cycling allows us to use the solutions improving resilience and resistance of environment on the threats origin from agricultural activity, and even to put back the disadvantageous tendencies till now running on in environment. The activities leading to use the natural potential of environment should be the main paradigm of human action. These can be achieved by managing landscape structure towards the high its diversity by introduction such elements like shelterbelts, meadows, forest islands, refuges, bushes, small water reservoirs and other ecological elements.

Prof. dr hab. Andrzej Kędziora
Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego
Polskiej Akademii Nauk
60-809 Poznań, Bukowska 19
kedan@man.poznan.pl