

Ryszard Kostuch<sup>1</sup>

## **ROLNICTWO UPRAWOWE - KONFLIKT POMIĘDZY ŚRODOWISKIEM PRZYRODNICZYM A PRODUKCJĄ ŻYWNOSCI**

### **Wstęp**

Agroekosystemy – ekosystemy uprawowe w naturalnych środowiskach przyrodniczych, czyli utworzonych samymi siłami przyrody, nie występują naturalnie. Swoje istnienie zawdzięczają bowiem człowiekowi, który je wprowadził do środowiska przyrodniczego i trwale utrzymuje w odpowiednim stanie produkcyjnym czynnościami agrotechnicznymi stosowanymi okresowo (uprawa gleby, zasiewy nasion, pielęgnowanie, koszenie itp.) [Kostuch, 1999, 2002, 2003]. Biorąc to pod uwagę, należy pamiętać, że agroekosystemy są ekosystemami wtórnymi, które powstały tam, gdzie uległy likwidacji jakieś ekosystemy pierwotne, np. ekosystemy leśne, trawiaste, niekiedy nawet wodne, których miejsce zajęły poldery, a nawet ekosystemy pustynne, jeżeli zostały nawodnione.

W naszej strefie klimatycznej agroekosystemy występują najczęściej po ekosystemach leśnych, które wyniszczono przez wyrąb lub wypalenie, a także po zabagnionych ekosystemach trawiastych, które zostały odwodnione [Kostuch, Lipski, 2003]. Najlepszym dowodem na to, że agroekosystemy są ekosystemami wtórnymi, jest to, że wkrótce po zaniechaniu uprawy przekształcają się one z powrotem w ekosystemy leśne, trawiaste itp., a po zaprzestaniu nawodnień ponownie pustynnieją.

Agroekosystemy są ekosystemami otwartymi. Oznacza to, że wytworzona przez ekosystem biomasa nie pozostaje w nim, ale jest z niego wyprowadzana przynajmniej częściowo (zboża, okopowe, oleiste, warzywa, owoce, mleko, mięso, wełna) i do agrosystemu nie wraca. W konsekwencji więc przyczynia się to do obniżania jego produktywności i degradacji. W celu przeciwdziałania procesowi degradacji agroekosystemów stosuje się nawożenie [Kostuch, Lipski, 2006], a aby zapobiegać regeneracji roślinności drzewiastej stosuje się mechaniczną uprawę gleby rozmaity-

---

<sup>1</sup> Krakowska Szkoła Wyższa im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego.

mi narzędziami uprawowymi. Wynika z tego, że bez ingerencji człowieka agroekosystemy, czyli ekosystemy uprawowe, nie są w stanie utrzymywać się w środowisku przyrodniczym.

## Występowanie

Tereny uprawowe zajmują obecnie niespełna 15% powierzchni łądów. Wynika to głównie z faktu, że właśnie taka część obszarów najbardziej nadaje się do upraw rolniczych bez specjalnych i kosztownych inwestycji adaptacyjnych (nawodnienia, odwodnienia, wylesienia, odsalania itp.).

Agroekosystemy pomimo tak nieznacznego obszaru odgrywają jednak priorytetową rolę w wyżywieniu populacji ludzkiej, która stale się zwiększa. Obliczono, że gdyby człowiek korzystał z darów przyrody bez produkcji rolniczej, to na naszym globie mogłoby się utrzymać tylko około 1 mld ludzi – na tyle tylko wystarczyłoby pożywienia dostarczanego przez przyrodę w postaci owoców, warzyw, zwierząt łądowych i wodnych itp. Obecnie jest nas ponad 6 mld, a taka liczebność bez rolnictwa byłaby niemożliwa. Widocznie człowiek już na początku swego rozwoju ocenił, że dary przyrody dla zwiększającej się populacji ludzkiej nie będą wystarczające, gdyż wszędzie, gdzie tylko się osiedlał, zaczynał uprawiać rośliny użytkowe, dostarczające pożywienia dla ludzi, pasz dla udomowionych zwierząt, a także włókna do wyrobu odzieży.

Agroekosystemy w swym zasięgu geograficznym dochodzą do 60° szerokości geograficznej północnej, do 40° szerokości geograficznej południowej oraz do wysokości prawie 3500 m n.p.m. w Ameryce Południowej, o ile warunki klimatyczno-glebowe na to pozwalają.

## Pochodzenie roślin uprawnych

Przyglądając się roślinom uprawianym na gruntach ornym, bez trudu możemy skonstatować, że zdecydowanej większości uprawianych gatunków nie spotyka się w ogóle w roślinności innych ekosystemów, sąsiadujących z gruntami ornymi. W naszych naturalnych ekosystemach te rośliny, które znajdują się w uprawie na gruntach ornym, po prostu nie występują. Nasuwa się więc pytanie: skąd się one wzięły? Większość uprawianych u nas roślin rolniczych pochodzi z cieplejszych, przeważnie południowych rejonów globu, występujących na kontynentach: Ameryki, Afryki, Europy i Azji. Tam do dziś rosną w stanie dzikim różne gatunki m.in. zbóż, roślin oleistych, motylkowatych i okopowych, chociaż nigdzie nie tworzą one zbiorowisk jednogatunkowych. Zazwyczaj są komponentami zbiorowisk wielogatunkowych, z których zostały wyselekcjonowane do indywidualnych upraw monokulturowych oraz do dalszej uprawy i hodowli. Wraz z upływem czasu ich uprawy obejmowały coraz większe obszary i coraz odleglejsze od pierwotnych ośrodków ich pochodzenia. Następowiała też coraz większa aklimatyzacja uprawianych roślin do coraz mniej korzystnych warunków przyrodniczych, jakie występują w wyższych

szerokościach geograficznych. W ten sposób rośliny uprawne zaaklimatyzowały się w wielu rejonach świata, niekiedy nawet znacznie odległych klimatycznie od rejonów, z których pochodzą. Wielowiekowa praktyka upraw roślin rolniczych doprowadziła do monokulturowego sposobu uprawy większości gatunków, głównie z tego względu, że uzyskuje się wówczas najwyższe plony. Według danych FAO roczna światowa produkcja ziarna zbóż podstawowych przedstawia się następująco:

pszenica	600 mld ton
ryż	550 mld ton
kukurydza	500 mld ton
jęczmień	200 mld ton
pozostałe zboża	150 mld ton
Razem:	2 000 mld ton

Uzyskiwana produkcja zbóż nie jest szczytem możliwości wymienionych roślin. Dzięki nowoczesnej hodowli oraz coraz lepszej agrotechnice, nawożeniu, pielęgnowaniu i ochronie wydajności roślin uprawnych stale się zwiększają. To, że blisko 1/3 ludzi na świecie głoduje, nie jest wynikiem niewystarczającej produkcji, ale złej dystrybucji żywności, polityki i dyskryminacji. Przy obecnej wiedzy i technice uzyskiwanie wyższych plonów jest zupełnie możliwe do osiągnięcia.

### Oddziaływanie na środowisko

Działanie agroekosystemów na środowisko przyrodnicze jest na ogół niekorzystne [Kostuch, 2002; Kostuch, Lipski, 2003, 2006]. Wynika to z przeprowadzanej co pewien czas mechanicznej uprawy gleby, niszczącej strukturę gruzełkową oraz z pokrywy roślinnej tworzącej się w sposób spontaniczny z monokulturowej uprawy roślin użytkowych, niewłaściwych płodozmianów, nieracjonalnego nawożenia oraz stosowania chemicznych środków ochrony roślin. Mechaniczna uprawa gleby jest nieodzownym czynnikiem agroekosystemów. Wprawdzie przynosi ona pewne korzyści, jakimi są zniszczenie niepożądanego rośliności, która byłaby konkurentem rośliny uprawnej, skruszenie, spulchnienie i napowietrzenie gleby, co stwarza lepsze warunki do kiełkowania, wschodzenia i rozwoju roślin, umożliwia wprowadzenie i wymieszanie z glebą nawozów, wyrównuje powierzchnię, zwiększa infiltrację wód opadowych i aktywizuje mikroflorę glebową, która przyspiesza mineralizację obumarłej materii organicznej. Z drugiej strony jednak niszczy strukturę gruzełkową, co zmniejsza retencję wodną i nadmiernie przyspiesza rozkład materii organicznej z negatywnym skutkiem dla funkcjonowania procesów glebowych, ułatwia wypłukiwanie biogenów oraz prowadzi do eutrofizacji wód powierzchniowych. Negatywnym następstwem uprawy, wynikającym z używania coraz cięższych ciągników, kombajnów i narzędzi rolniczych, jest też ugniatanie gleby, co zmniejsza jej przewiewność, retencję wodną i powoduje nasilenie erozji wodnej, która przyczynia się do degradacji gleby [Kostuch, Lipski, 2004, 2006].

## Monokultury

Następnym czynnikiem degradacji gleb uprawnych przez rolnictwo są jednogatunkowe uprawy roślin, czyli monokultury. Wprowadzenie uprawy jednogatunkowej niewątpliwie ułatwiają czynności agrotechniczne oraz zwiększają wydajność uprawianych w ten sposób roślin, ale równocześnie nie są przyjazne dla środowiska. Sprzyjają występowaniu chorób i szkodników uprawianych roślin, które monokulturę traktują niczym zastawiony stół i w pełni z niego korzystają. Ponadto monokultury roślin uprawnych ukorzeniają się na jednej głębokości, co prowadzi do szybkiego wyczerpania składników pokarmowych z gleby w warstwie rizosfery. Strukturotwórcze działanie upraw monokulturowych na glebę jest znacznie słabsze niż mieszanek wielogatunkowych. Wszystko to dowodzi, że monokultury są mniej przydatne dla środowiska niż roślinność wielogatunkowa. I dlatego w naturalnych ekosystemach monokultury są nader rzadko spotykane i nigdy nie zajmują zbyt dużych powierzchni. Stwierdza się również, że z monokulturowych upraw biogeny są wypłukiwane w większych ilościach niż przy uprawach mieszankowych, czyli wielogatunkowych. Z tych właśnie względów połowe uprawy roślin jednogatunkowych nie są zbyt przyjazne dla środowiska przyrodniczego, jednakże z powodu uzyskiwania lepszych wydajności trudno byłoby z nich zrezygnować. Zresztą wielu gatunków roślin uprawnych nawet nie dałoby się razem uprawiać. Niemniej jednak należy sobie zdawać sprawę z niekorzystnego oddziaływania monokultur roślin uprawnych na środowisko przyrodnicze [Kostuch, 2002].

## Płodozmian

Płodozmian może wywierać korzystny lub niekorzystny wpływ na środowisko. Płodozmianem nazywamy następstwo roślin w obrębie poszczególnych kompleksów glebowo-uprawowych, czyli obszarów, na których uprawy odpowiednich gatunków roślin rolniczych najlepiej się udają. W naszym kraju zostały wydzielone następujące kompleksy glebowo-uprawowe.

Tereny nizinne do 300 m n.p.m.	
Kompleks	Klasa bonitacyjna gleby
1. Pszenny bardzo dobry	I
2. Pszenny dobry	II
3. Pszenny wadliwy	III a i III b
4. Żytni bardzo dobry	IV a
5. Żytni dobry	IV b
6. Żytni słaby	V a

7. Żytni bardzo słaby	V b
8. Zbożowo-pastewny mocny	VI a
9. Zbożowo-pastewny słaby	VI b
Tereny pogórskie od 300 do 500 m n.p.m.	
10. Pszenny pogórski	—
11. Zbożowy pogórski	—
Tereny górskie > 500 m n.p.m.	
12. Zbożowo-pastewny górski	—
13. Owsiano-pastewny górski	—
14. Pastewny górski	—

Wprowadzenie dla każdego kompleksu odpowiedniego następstwa roślin nazywa się płodozmianem. Stosowanie płodozmianów w rolnictwie wynika zarówno z potrzeb uprawianych roślin względem warunków troficznych siedlisk, jak też potrzeb przywracania glebom sprawności produkcyjnej. Dlatego po roślinach wymagających dużej żyzności gleby powinny następować rośliny, które są mniej wymagające, a po nich rośliny motylkowate, względnie rośliny potrzebujące odpowiedniego nawożenia, szczególnie organicznego. Podobnie po roślinach pozbawiających glebę wilgoci powinny następować uprawy roślin o mniejszych potrzebach wodnych. Jeśli nie stosuje się następstwa roślin uprawnych o przeciwstawnych wymogach troficznych, hydrologicznych oraz zróżnicowanej głębokości ukorzenia się, następuje szybka degradacja gleb z powodu ich wyjałowienia, zachwaszczenia oraz nasilenie występowania chorób i szkodników roślin uprawnych. Z tych właśnie względów ustalenie płodozmiannu dla poszczególnych kompleksów glebowo-uprawowych jest ważne nie tylko ze względów produkcyjnych, lecz także środowiskowych.

W Polsce stosuje się następujące typy płodozmianów: **polowe**, **paszowe** i **specjalne**.

Płodozmianny **polowe** odnoszą się do kompleksów glebowo-uprawowych pszennych i żytnich. **Paszowe** do kompleksów zbożowo-pastewnych, a **płodozmianny specjalne** do wszystkich kompleksów glebowo-uprawowych na niżu i w górach. W płodozmiannach specjalnych wydziela się: nasienne, warzywne, pastewne, szkółkarskie i przeciwerozyjne, w których dominują wymienione uprawy. Należycie zaprojektowany i konsekwentnie realizowany płodozmian jest ważnym czynnikiem ograniczania negatywnych oddziaływań rolnictwa uprawowego na środowisko przyrodnicze.

## Nawożenie

Nawożenie roślin uprawnych jest nieodzowne, ponieważ pobierają one z gleby składniki pokarmowe i w ten sposób zwiększają jej wyjałowienie, następstwem czego jest obniżenie wydajności i jakości uzyskiwanych plonów.

Biogeny, czyli składniki pokarmowe niezbędne do życia zwierząt i roślin, to: C, O, H, N.P.K., Ca, Fe, Mg, Na, S, B, Cu, Mn, Zn. Te właśnie składniki pobierane przez rośliny uprawne muszą być uzupełniane. Węgiel i tlen pochodzą z atmosfery, wodór z wód występujących w glebie, a pochodzących głównie z opadów atmosferycznych. Natomiast pozostałe biogeny dostarcza się, stosując odpowiednie nawożenie mineralne i organiczne, czyli naturalne. Nawozy mineralne są przeważnie jednogatunkowe i nie dostarczają roślinom wszystkich biogenów. Dlatego ograniczamy się do zaspokajania nimi potrzeb roślin związanych makroelementami, czyli biogenami pobieranymi przez rośliny w największych ilościach. Są to: azot, fosfor, potas i wapń. One też decydują o plonowaniu roślin uprawnych. Pozostałe składniki pobierane przez rośliny w niewielkich ilościach, zwane mikroelementami, uzupełnia się w glebie przez nawożenie organiczne obornikiem, kompostem i gnojowicą. W kontekście powyższego nietrudno zrozumieć, że nawożenie roślin uprawnych musi być zarówno mineralne, jak i organiczne, gdyż tylko wtedy uzupełnia się zasoby pokarmowe gleby w potrzebne roślinom makro- i mikroelementy. Nawożenie mineralne, szczególnie azotem, jest najbardziej plonotwórcze, dlatego stosuje się je zazwyczaj w nadmiernych ilościach, a to jest szkodliwe dla środowiska. Niepobrane przez rośliny biogeny pozostają w glebie, a przy ich nadmiarze, co dotyczy szczególnie azotanów, zatruwają glebę, wody gruntowe i rośliny. Azotany nagromadzają się w tkankach roślin w nieprzetworzonej postaci. Nieco odmiennie przedstawia się nawożenie potasem, który nawet w bardzo dużych ilościach może być przez rośliny pobierany i gromadzi się w nich, obniżając w ten sposób wartość pokarmową roślin. Dlatego przy potrzebach stosowania większych ilości azotu i potasu niezbędne jest dzielenie ich rocznych dawek przynajmniej na dwie części i wysiew każdej z nich w innym terminie. Ważne jest również dobranie odpowiednich terminów wysiewu poszczególnych nawozów – zarówno mineralnych, jak i organicznych, gdyż od tego zależy ich wykorzystanie produkcyjne i oddziaływanie na środowisko. Intensywne nawożenie użytków rolnych, a gruntów ornych w szczególności, jest również niebezpieczne dla środowiska przyrodniczego ze względu na zanieczyszczenia obszarowe. Polegają one na wypłukiwaniu z terenów rolniczych nawozów i odprowadzaniu ich ze spływami wód opadowych do rzek i zbiorników wodnych, z Bałtykiem włącznie. Jest to przyczyną eutrofizacji ich wodnych zasobów. Obecnie, kiedy powszechnie ścieki komunalne i przemysłowe poddaje się kompleksowemu oczyszczaniu i wykorzystuje nawozowo zanieczyszczenia obszarowe, pochodzące z gruntów ornych, stają się najpoważniejszym źródłem degradacji wód powierzchniowych.

## Pestycydy

Stosowane w rolnictwie chemiczne środki ochrony roślin stanowią zdecydowanie największe zagrożenie dla środowiska przyrodniczego. Intoksykują one nie tylko niepożądane w uprawach roślin rolniczych chwasty, zwalczają patogeny grzybowe powodujące choroby roślin i niszczą szkodniki, lecz także unicestwiają pożyteczną mikroflorę glebową. Ich toksyczne pozostałości wnikają do łańcuchów pokarmowych i dziesiątkują roślinożerną faunę lądową i wodną, zmniejszając w ten sposób bioróżnorodność ekosystemów, która jest najbardziej pożądaną ich właściwością.

Najbardziej niekorzystny jest przy tym fakt, że zwalczane pestycydami chwasty, patogeny grzybowe oraz szkodniki uodparniają się na ich działanie. Wymusza to stosowanie tych środków w coraz większych ilościach dla uzyskania odpowiedniej skuteczności zwalczania. Niestety większe ilości chemicznych środków ochrony roślin powodują w środowisku coraz większe szkody. Obniżają również jakość pokarmową pasz i produkowanej żywności, co w konsekwencji odbija się negatywnie na zdrowiu ludzi i zwierząt, a w skrajnych przypadkach powoduje nawet śmiertelne zatrucia. Pozostałości stosowanych w rolnictwie pestycydów (DDT) stwierdzono nawet u ryb morskich, występujących w dużych odległościach od obszarów lądowych, na których stosowano pestycydy. Świadczy to niewątpliwie o nieograniczonym przenikaniu tych środków do łańcuchów pokarmowych i przemieszczaniu się w środowisku. Strach przed chemicznymi środkami ochrony roślin uprawnych powoduje, że tak dynamicznie zaczyna się rozwijać w wielu krajach, prawie na wszystkich kontynentach, rolnictwo ekologiczne, niestosujące nie tylko środków ochrony roślin, lecz także nawozów mineralnych. Produkuje też ono bardziej przyjazną dla zdrowia żywność.

## GMO

Największym osiągnięciem współczesnej biologii oraz genetyki ma być modyfikacja genetyczna roślin i zwierząt, która przez twórców tzw. inżynierii genetycznej jest uważana za panaceum na wszystkie kłopoty zdrowotne i produkcyjne roślin i ludzi. Zamierza się za pomocą manipulacji genetycznych wprowadzić do genomów geny pochodzące z innych organizmów, zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych, żeby za ich pomocą uzyskać w modyfikowanych genetycznie roślinach odporność na suszę, choroby i szkodniki, daleki i długotrwały transport, poprawę jakości użytkowej, wyższą wydajność, a nawet leczenie chorób zwierząt i ludzi. Chociaż niektóre z powyższych właściwości udało się u genetycznie modyfikowanych roślin już osiągnąć, to jednak manipulacja genetyczna nadal budzi poważne obawy, gdyż jest ingerencją w ustalony od wieków porządek przyrody, i jeszcze nie wiadomo, co w przyszłości może z tego wyniknąć. Perspektywy w tej dziedzinie są ambiwalentne. Zwolennicy GMO widzą w modyfikacji genetycznej organizmów same dobre strony. Przeciwnicy natomiast więcej negatywów, tym bardziej, że już notuje się także niekorzystne oddziaływania modyfikowanych genetycznie roślin uprawnych. Badania brytyjskie podają, że żywienie zmodyfikowaną soją i kukurydzą powoduje uszkodzenia niektó-

rych wewnętrznych organów zwierząt i ludzi [Bonenberg, 2007]. Zagrożone są też owady, które odżywiają się pyłkiem roślin modyfikowanych genetycznie. Prócz tego pojawiają się super chwasty odporne na działanie herbicydów. Najbardziej jednak niebezpieczne jest to, że organizmy GMO mogą wydostać się spod kontroli i samoczynnie skazić florę i faunę, czego skutki mogą być nieprzewidywalnie szkodliwe. Dlatego w tej dziedzinie należy zachować jak najdalej posuniętą ostrożność do czasu, aż wszechstronne i długotrwałe badania nie wyjaśnią wszystkich wątpliwości.

## Podsumowanie

Rolnictwo uprawowe, będące agroekosystemem wtórnym, który swe powstanie i egzystencję zawdzięcza człowiekowi, jest działalnością szkodliwą dla środowiska przyrodniczego. Pomimo to nie da się z niego zrezygnować, gdyż dostarcza żywności, mającej znaczenie priorytetowe w zaspokajaniu potrzeb pokarmowych społeczności ludzkiej oraz utrzymywanych przez człowieka zwierząt. Ponadto dostarcza cennych surowców przemysłowych, bez których niełatwo byłoby się obejść.

Negatywne oddziaływanie rolnictwa na środowisko przyrodnicze polega na przekształceniu krajobrazu przez zamianę ekosystemów pierwotnych, np. leśnych, na tereny rolnicze i wprowadzenie w to miejsce upraw roślin użytkowych. Szkodliwa dla środowiska jest też mechaniczna uprawa gleby, która niszczy strukturę gruzelkową, przyspiesza rozkład materii organicznej występującej w glebie i przyspiesza procesy erozyjne przez zniszczenie pokrywy roślinnej. Niekorzystne jest też ugniatanie gleby ciężkimi ciągnikami i kombajnami, bo zmniejsza przewiewność i retencję wodną. Nieprzyjazne dla środowiska przyrodniczego są też stosowane w rolnictwie monokulturowe uprawy roślin, nawożenie, a szczególnie mineralne, chemiczne środki ochrony roślin, a także rozszerzająca się modyfikacja genetyczna (GMO). Monokulturowe uprawy roślin rolniczych są nieprzyjazne środowisku przyrodniczemu dlatego, że ukorzeniają się gęsto w górnej warstwie gleby, skąd szybko wyczerpują biogeny, wyjaławiając glebę. Ponadto stwarzają korzystne warunki do masowego pojawiania się szkodników i chorób uprawianej rośliny, co zaburza równowagę ekosystemu i zmniejsza bioróżnorodność występującą w danym środowisku.

Pomimo że nawożenie użytków zielonych jest nieodzowne do utrzymywania odpowiedniej wydajności uprawianych roślin, przy stosowaniu większych ilości nawozów, a szczególnie mineralnych, bywa ono dla środowiska szkodliwe. Zanieczyszcza składnikami nawozowymi gleby i wody powierzchniowe, powodując ich eutrofizację. Nawet rośliny mogą zostać skażone, np. azotanami. Jeszcze bardziej szkodliwe dla środowiska są chemiczne środki ochrony roślin, za pomocą których zwalczą się chwasty, szkodniki oraz patogenne grzyby powodujące choroby roślin. Pozostałości chemicznych środków ochrony roślin niszczą mikroflorę gleby, zatrują wody i wnikają do łańcuchów pokarmowych, szkodząc zwierzętom i ludziom.

Genetyczna modyfikacja organizmów roślinnych też budzi poważne wątpliwości ekologiczne i środowiskowe, chociaż przynosi zamierzone korzyści produkcyjne i jakościowe. Z powodu braku długotrwałych badań nie da się przewidzieć

skutków, jakie to może mieć dla środowiska i konsumentów (zwierząt i ludzi) roślin genetycznie zmodyfikowanych, które w niezantropogenizowanej przyrodzie nie występują. Problem jest bardzo ważny i tak też powinien być traktowany.

Jak z powyższego wynika, rolnictwo uprawowe nie jest zbyt przyjazne dla środowiska przyrodniczego, gdyż przyczynia się do degradacji jego składowych komponentów: gleby, wody, biocenozy, mikroflory, a także powietrza atmosferycznego gazami cieplarnianymi ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CN}_4$  i  $\text{N}_2\text{O}$ ). Pomimo to nie da się zrezygnować z rolnictwa, gdyż stanowi ono podstawę wyżywienia ludzkości. Niezbędna jest natomiast minimalizacja szkodliwych oddziaływań rolnictwa na środowisko, która jest faktycznie w dużym stopniu osiągalna.

## Bibliografia

- K. Bonenberg, [2007], *Lokalna gospodarka żywnościowa czy żywność genetycznie modyfikowana*, „Aura” nr 1, s. 34-35.
- R. Kostuch, [1999], *Wpływ rolniczego użytkowania na środowisko przyrodnicze*, „Wiadomości Melioracyjne i Łąkowe” nr 1, s. 14-15.
- R. Kostuch, [2002], *Szkodliwe oddziaływania rolnictwa na środowisko przyrodnicze oraz sposoby ich ograniczania*, „Więś i Doradztwo” nr 4 (32), s. 17-20.
- R. Kostuch, K. Maślanka, [2002], *Rolnictwo a efekt cieplarniany. Międzynarodowa Konferencja Naukowa*, „Wpływ antropopresji na środowisko przyrodnicze”, Kraków, s. 129-136.
- R. Kostuch, C. Lipski, [2003], *Rolnictwo jako czynnik przekształcający ekosystemy*, „Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie. Inżynieria Środowiska” z. 24, s. 55-61.
- R. Kostuch, C. Lipski, [2006], *Zabiegi agrotechniczne ograniczające występowanie erozji wodnej w terenach górskich*, „Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu” R. 375, s. 55-61.