

WŁADYSŁAW BYSZEWSKI, BOHDAN DOBRZAŃSKI  
*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa*

## WZROST INTENSYFIKACJI PRODUKCJI ROŚLINNEJ A ZAGADNIENIE ZMIAN W ŚRODOWISKU PRZYRODNICZYM

### *Uwagi wstępne*

Gwałtowny wzrost osiągnięć nauki i techniki stwarza coraz większe możliwości ingerencji człowieka w zakresie przekształcania naturalnego środowiska przyrodniczego. Procesy te w olbrzymiej większości przebiegają spontanicznie i nie są zaplanowane lub kontrolowane przez wywołujące je czynniki. Stąd też mnożą się fakty, że środowisko nasze ulega niekorzystnym dla człowieka przekształceniom czasem w sposób zagrażający jego egzystencji. Zainteresowanie tymi problemami znajduje wyraz w powszechnej dyskusji prowadzonej w różnych środowiskach naukowych, gospodarczych a nawet w prasie codziennej. Śledząc wypowiedzi odczuwa się brak należytego zrozumienia roli, jaką w tym procesie odgrywa rolnictwo, które od wielu tysięcy lat przekształca środowisko glebowe, zmienia szatę roślinną i kształtuje całokształt biocenozy na olbrzymich obszarach świata. Wprowadzenie intensywnej uprawy rolnej pociąga całkowite zburzenie stanu pierwotnego.

Naturalne warunki przyrodnicze nie pozwalają na pełne rozwinięcie produkcji roślinnej, dlatego człowiek musiał je odpowiednio przekształcić, aby wykorzystać w celu organizowania produkcji rolniczej. Początkowo wpływ człowieka na przyrodę był ograniczony ze względu na mały areal gleby zajętej pod uprawę oraz prymitywne środki techniczne, ale i w tym okresie rozwoju rolnictwa wyniki uzyskiwane w produkcji roślinnej były bardzo skromne i niepewne. Stąd często powtarzały się klęski nieurodzaju i głodu. Sytuacja ta wyraźnie się zmieniła wraz z postępowaniem w rolnictwie, za miarę którego można przyjąć stopień oddziaływania rolnika na naturalne warunki środowiskowe. Im bardziej skutecznie człowiek może przekształcić warunki, w jakich rosną rośliny, tym większe i coraz bardziej wierne uzyskuje plony.

Jednocześnie w miarę upływu czasu rolnik przejmuje pod uprawę coraz nowe arealy. Tym samym zasięg tego oddziaływania znacznie się zwiększa. Rolnik nie tylko przekształca warunki glebowe, ale również akli-

matyzuje nowe gatunki i rozwija hodowlę roślin. Mamy wiele dowodów na to, że jeszcze w XIX wieku rosły na polach uprawnych rośliny silnie zróżnicowane pod względem morfologicznym, a jednocześnie bardzo zachwaszczone. W tych warunkach skład uprawianych populacji był niezmiernie zmienny i przypadkowy, a warunki glebowo-klimatyczne decydująco kształtowały wzrost roślin. Wiele pokoleń rolników pracowało nad uwolnieniem się od „tyrании gleby i klimatu” przez ograniczenie niekontrolowanych warunków produkcji i świadome przekształcanie naturalnego środowiska przyrodniczego oraz szaty roślinnej pól uprawnych. W rezultacie tego współczesny rolnik, dysponuje licznymi środkami produkcji spoza gospodarstwa, które umożliwiają tak skuteczne przekształcenie środowiska, że umożliwia to nie tylko znaczne zwiększenie plonów, ale i unikanie większych wahań w produkcji. Ponadto coraz większy jest wpływ producenta na jakość uzyskiwanych plonów oraz zasięg uprawy poszczególnych gatunków roślin.

Żadna inna dziedzina działalności człowieka nie wywiera tak kompleksowego i zasadniczego oddziaływania na biocenozę jak intensyfikacja rolnictwa. Jasne jest, że równoległe do świadomie wywoływanych i kierowanych przemian zachodzą inne — często nieprzewidziane, niepożądane a nawet szkodliwe. Jednak problem ten dotychczas uchodził uwadze człowieka. Najważniejszym kryterium oceny pracy rolnika były ekonomiczne wskaźniki uzyskane w produkcji. Dopiero w ostatnich latach w wielu krajach zaczęto obserwować „uboczne” efekty i skutki technizacji rolnictwa, które stworzyły konieczność nowego spojrzenia na systemy produkcji stosowane w rolnictwie. To znaczy, że rolnik musi tak pokierować swą produkcją, aby uzyskać wysokie plony, a jednocześnie ograniczyć lub eliminować ewentualne niekorzystne przemiany środowiska. Byłoby absurdem myśleć wyłącznie o ochronie naturalnego środowiska przyrodniczego, pomijając zagadnienia produkcyjne. Z drugiej strony nie można dążyć do wzrostu produkcji przy użyciu wszelkich dostępnych środków do technizacji rolnictwa bez względu na wynikające stąd konsekwencje dla środowiska przyrodniczego. Jedyna droga — to znalezienie kompromisu, pozwalającego na rozwój rolnictwa w warunkach nie zagrażających ujemnymi skutkami.

Sprawa ta wymaga spokojnej, rzeczowej i naukowej analizy. Niestety w tym zakresie spotykamy wiele emocjonalnych i często nieuzasadnionych doniesień, a szereg wypowiedzi i publikacji nie zostało opartych na poważniejszym materiale dowodowym. Stąd powstaje konieczność dokonania rzetelnej analizy stanu faktycznego i nakreślenia właściwego programu dalszej działalności. Jest to zadanie trudne i odpowiedzialne, tym bardziej, że dotyczy ono nie tylko aspektów gospodarczych, ale ingeruje w najbardziej istotne problemy rozwoju społeczeństwa. Właściwe ukierunkowanie

produkcji roślinnej wpływa bowiem nie tylko na zaopatrzenie ludności w podstawowe środki żywności i ważne surowce dla wielu gałęzi przemysłu, ale również wywiera wyraźny wpływ na ilość i jakość wody oraz skład chemiczny powietrza, jak i w znacznym stopniu zakreśla wielkość przestrzeni służących wypoczynkowi.

Produkcja rolnicza zużywa duże ilości wody, której znaczna ilość nie wraca do naturalnego obiegu. Stosowane systemy produkcji wpływają na jakość wody, a zwłaszcza na jej zanieczyszczenie. Racjonalna gospodarka wodą wskazuje na celowość wykorzystania w rolnictwie różnych ścieków, a przez to biologiczne ich oczyszczanie.

Ostatnio również powietrze zaliczamy już do podstawowych zasobów naturalnych, którego zużycie i zanieczyszczenie w strefach gęsto zaludnionych, a zwłaszcza uprzemysłowionych przybiera niepokojące rozmiary. W tych warunkach coraz większego znaczenia nabiera fakt, że rośliny działają regenerująco, pobierając  $\text{CO}_2$  i uwalniając tlen. Ponadto rośliny, a zwłaszcza drzewa mogą oczyszczać powietrze z wielu innych szkodliwych składników. I tak np. jedno duże drzewo może w ciągu okresu wegetacyjnego pobrać z atmosfery i unieszkodliwić ilość ołowiu zawartą w 130 litrach benzyny, przekształcając w nierozpuszczalny w wodzie fosforan ołowiu i zmagazynować w tkance, gdzie nie zakłóca przemiany materii. W bardzo silnych koncentracjach ołów może szkodzić także roślinom, szczególnie, gdy cierpią one na brak fosforanów.

Innym przykładem może być  $\text{SO}_2$  (dwutlenek siarki), który powstaje przy spalaniu węgla i ropy naftowej. W NRF np. uchodzi w powietrze rocznie 5 mln ton  $\text{SO}_2$ . W warunkach powstawania „smogu” koncentracja tego gazu wynosi np. we Frankfurcie n/Menam od 0,3 do 0,55 ppm — podczas gdy dopuszczalna jest koncentracja do 0,14 ppm. Jedno duże drzewo może w ciągu roku pozbawić własności trujących około 12 kg  $\text{SO}_2$ . Część  $\text{SO}_2$  przetworzona zostaje w siarczan, a więc formę, w której rośliny i tak pobierają siarkę z gleby. W dalszym ciągu siarka wchodzi w związki z aminokwasami i proteinami. Umiarkowane zagazowanie roślin  $\text{SO}_2$  może nawet sprzyjać lepszemu ich wzrostowi.

Prace nad wyrobieniem właściwego poglądu na współzależność oddziaływania zmian występujących w produkcji rolnej na warunki życia człowieka podjęto w ramach Komitetu Człowiek i Środowisko, któremu przewodniczy prof. Michajłow. Utworzono kilka sekcji i zespołów, między innymi zespół do spraw badania wpływu intensyfikacji rolnictwa na środowisko człowieka, pod przewodnictwem prof. Dobrzańskiego. W pierwszym etapie przystąpiono do gromadzenia i syntetyzowania informacji zawartych w różnych publikacjach oraz bieżących pracach badawczych. W drugim etapie rozpoczęto zbieranie materiału do ekspertyzy przemian obserwowanych w warunkach krajowych wywołanych przechodzeniem na

bardziej intensywną formę gospodarowania. Pozwoli to zainicjować prowadzenie określonych kompleksowych badań niezbędnych dla oznaczenia optymalnych sposobów postępowania. Ponadto umożliwi zdobycie informacji niezbędnych dla powzięcia decyzji dotyczących dalszego ukierunkowania i wyboru najwłaściwszych systemów produkcji roślinnej.

Tabela 1

Wpływ wzrostu intensyfikacji produkcji roślinnej na człowieka i jego środowisko

Ważniejsze przejawy intensyfikacji	Wzrost mechanizacji	Wzrost chemizacji	Nowe odmiany	Nowe systemy produkcji	Sumaryczny wpływ bezpośredni i pośredni
Wpływ bezpośredni na:					
człowieka	++	+	—	—	++
glebę	++	+	+	+++	+++
szatę roślinną	+	++	+++	+++	+++
powietrze	+	—	—	—	++
wodę	+	++	—	+	++

Wpływ słaby	+
silny	++
bardzo silny	+++
brak wpływu	—

Znamy wiele przykładów wskazujących na to, że często rolnik w sposób bardzo drastyczny narusza naturalny układ przyrodniczy, wywołując przemiany niekorzystne dla środowiska przyrodniczego a w konsekwencji dla samego siebie. Jednocześnie jednak znane są również liczne przypadki, kiedy rolnik w oparciu o dokładną znajomość zjawisk przyrodniczych i rozsądne postępowanie powodował głównie korzystne zmiany środowiska, a jednocześnie zdolny był dostarczyć duże ilości produktów o wysokiej jakości.

Ogólnie można stwierdzić, że nie zawsze wzrost intensyfikacji rolnictwa musi powodować niekorzystne zmiany w naturalnym środowisku przyrodniczym. Jednocześnie nie można zapominać o tym, który produkuje. Należy stworzyć rolnikowi godziwe warunki życia, nie gorsze niż dajemy innym mieszkańcom naszego kraju. Nieraz uważa się, że rolnik ma idealne warunki środowiskowe, gdyż pracuje na polu, gdzie są bardziej zdrowe i naturalne warunki życia niż w miastach. Urbanizacja rzeczywiście stwarza pewne oddalenie od naturalnych warunków przyrodniczych, jednakże w miarę intensyfikacji rolnictwa oraz w miarę wzrostu techniza-



cji i chemizacji rolnik jest coraz częściej narażony na przebywanie w niekorzystnych dla niego warunkach. Tak więc zasadniczym zagadnieniem staje się równoległe rozwiązanie dwóch zagadnień — dostarczanie odpowiednich ilościowo i jakościowo produktów żywnościowych oraz stworzenie właściwych warunków środowiskowych, w tym również dla samego rolnika.

Problem zwiększenia produkcji żywności w skali ogólnokrajowej jest wciąż bardzo ważny i aktualny. W wielu krajach deficyt środków odżywczych, a zwłaszcza białka jest bardzo duży i co gorsze nie można oczekiwać w tym zakresie szybkiej poprawy. Według FAO szacuje się, że zaledwie 10—15% ludności dysponuje wystarczającą ilością pożywienia. Nowe badania FAO, które objęły 80 państw, wykazały, że w 50% przypadków ludność cierpi na ostry brak białka. W wielu przypadkach, gdy nawet zapotrzebowanie na żywność jest ilościowo zaspokojone, to jednak dużo do życzenia przedstawia jej strona jakościowa. Stąd tak duże znaczenie mają wysiłki zwiększenia produkcji rolnej poprzez wzrost poziomu chemizacji, mechanizacji jak również poprzez hodowlę roślin, które w znacznym stopniu decydują o nasileniu zmian zachodzących w naturalnym środowisku przyrodniczym.

Nie należy również pomijać znaczenia różnych systemów produkcji, a zwłaszcza jej koncentracji oraz specjalizacji poszczególnych warsztatów rolnych. Systemy te zwiększają opłacalność gospodarstw, usprawniają ich produkcję, ale jednocześnie stwarzają układy bardzo jednostronne, daleko odbiegające od naturalnych. Sprawne działanie takich sztucznych biocenoz wymaga bardzo umiejętnej ingerencji człowieka. W przeciwnym wypadku łatwo spowodować głębokie, a nawet nieodwracalne niekorzystne zmiany środowiskowe.

Przejdźmy z kolei do omówienia ważniejszych elementów intensyfikacji produkcji roślinnej, mających zasadniczy wpływ na przekształcenie naturalnych warunków przyrodniczych, koncentrując się głównie na zagadnieniach ściśle biologicznych.

### *Wpływ chemizacji*

Wzrost chemizacji produkcji roślinnej wyraża się coraz większym zużyciem nawozów mineralnych jak również środków ochrony roślin oraz różnego typu regulatorów wzrostu i stymulatorów.

Wpływ chemizacji nawozowej na przekształcanie środowiska i zdrowie człowieka jest różnie oceniany. Istnieją opinie, że nawożenie jest jednym z podstawowych elementów intensyfikacji i należy je stosować nieomal bez ograniczeń. Jednocześnie jednak coraz częściej podnoszą się głosy, że zbyt wysokie, a w szczególności niewłaściwie zastosowane nawożenie może spowodować ujemne skutki. Dotyczy to zarówno niekorzystnych zmian

zachodzących w składzie chemicznym roślin, jak również niepożądanych przemian w środowisku glebowym.

Nie ulega wątpliwości, że umiejętnie stosowane nawożenie mineralne jest warunkiem uzyskania wysokich plonów oraz zwiększania żyzności gleby. Na początku obecnego wieku ilość składników odżywczych wnoszonych w Polsce w formie nawozów organicznych wynosiła około 100%, a w latach pięćdziesiątych około 50%. Obecnie już tylko około 40%.

Rola nawozów mineralnych w zwiększaniu żyzności gleby jest więc coraz większa. Tym bardziej że ponad 40% naszych gleb zbudowana jest z kwarcu, który nie odgrywa roli w żywieniu roślin. Jeżeli w przeszłości gospodarowano bez nawożenia mineralnego, to było to możliwe w związku z ogólnym niskim poziomem produkcji roślinnej. Powstaje jednak pytanie, czy wysoki poziom nawożenia mineralnego może ujemnie wpływać na środowisko przyrodnicze, a zwłaszcza na jakość produkowanych środków żywności. Od dawna wiemy, że intensywne, a zwłaszcza jednostronne nawożenie może spowodować zubożenie gleb w niektóre składniki. I tak np. stałe silne nawożenie potasowe może spowodować zubożenie gleb w magnez. To samo dotyczy wapnia. Tego typu zjawiska strat makro- i mikro-składników powstających w wyniku zastosowania dużych dawek N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> lub K<sub>2</sub>O pośrednio mogą powodować zmiany w składzie chemicznym roślin.

Tabela 2

*Wypieranie azotem przyswajalnej przez życię miedzi  
(wg Muldera)*

Dawki azotu amonowego w g na wazon	Dawki siarczanu miedziowego w mg na wazon	
	0	200
	mg miedzi na kg s.m. życicy (ppm)	
0,5	8,8	13,1
1,0	6,8	9,3
2,0	6,0	7,8
4,0	4,2	11,5

Dla zilustrowania tych zależności przytoczono dla przykładu (tab. 2) wyniki badań wskazujące, że w miarę jak zwiększa się nawożenie azotowe następuje wypieranie miedzi z gleby i równocześnie zmniejsza się jej zawartość w suchej masie rośliny. Dopiero nawożenie odpowiednimi dawkami siarczanu miedziowego może te straty rekompensować. Następnym

przykład ilustruje, jak w miarę wzrostu dawek fosforu zmniejsza się zawartość cynku w suchej masie lnu (tab. 3). Objawy te potęgują się ze wzrostem dawek fosforu. Mechanizm tego zjawiska nie jest w pełni jeszcze poznany. Można sądzić, że w wyniku wysokiego poziomu nawożenia fosforem tworzy się nierozpuszczalny fosforan cynku względnie obecność związków fosforowych utrudnia pobieranie przez korzenie roślin cynku oraz jego transport do liści. Od dawna znamy również fakt, że nawożenie potasowe może powodować zmniejszenie się w roślinach zawartości sodu, wapnia i magnezu (tab. 4).

W wyniku silnego nawożenia potasem może zmniejszać się w roślinie ilość boru (tab. 5), jednak wyższe dawki boru rekompensują nawet silne nawożenie potasem.

Tabela 3

*Zmniejszanie się ilości przyswajalnego cynku w wyniku nawożenia fosforem (wg Longeragana)*

Wyszczególnienie	Dawka w mg na wa- zon	Ilość kwasu fosforowego w mg na wazon		
		0	320	960
mg cynku na kg s.m. lnu (ppm)	0	41	27	24
	18	45	32	25
plon lnu mg s.m. na wazon	0	640	970	1020
	18	720	1150	1280
% roślin z objawami braku cynku	0	0	20	62
	18	0	2	31

Tabela 4

*Zmniejszenie się ilości przyswajalnego Mg, Ca i Na w wyniku nawożenia potasem (wg Naughta)*

Dawki chlorku potasu kg/ha	Procentowa zawartość w suchej masie kupkówki		
	Na	Ca	Mg
0	0,91	0,52	0,22
63	0,70	0,49	0,23
127	0,16	0,34	0,16
254	0,11	0,35	0,17
508	0,04	0,33	0,17

Tabela 5

Zmniejszenie się ilości przyswajalnego boru w wyniku  
nawożenia potasem (wg Woodruffa)

Wzrost nawożenia potasem w %	Ilość boru w ppm w suchej masie soi	
	brak boru	nawożenie borem
0,5	42	78
1,0	24	47
2,0	34	54
4,0	11	50
12,0	6	39

U w a g a : Wzrost potasu o 2% odpowiada dawce 300 kg/ha  $K_2O$ . Zawartość boru określano w suchej masie trzeciego liścia po rozwinięciu się piątego liścia. Dawka boru odpowiada 2,2 kg/ha B.

Tego typu przykładów znamy dużo i pozwalają one na stwierdzenie, że niewłaściwe, a szczególnie tak zwane nieharmonijne nawożenie może spowodować poważne zmiany w składzie chemicznym roślin. Tak więc w miarę jak przechodzimy na wyższy poziom nawożenia, tym większy mamy wpływ na jakość uzyskiwanych produktów. Dlatego też w gospodarce intensywnej wzrasta obowiązek zapewnienia odpowiedniej ilości wszystkich niezbędnych do nawożenia składników oraz upowszechnienia zasad prawidłowego nawożenia w warunkach gospodarki intensywnej. Należy zaznaczyć, że często brak jest wyraźnej prostej zależności między składem chemicznym roztworu glebowego i masy roślinnej. Na przykład niedobór jednego składnika pokarmowego w glebie nie determinuje jego braku w roślinie. Te zjawiska występują wyraźniej w warunkach niskiego poziomu gospodarki, podczas gdy przy wysokim poziomie nawożenia zawartość składników pokarmowych w glebie wyraźniej wpływa na skład chemiczny roślin.

Brak w glebie jakiegoś składnika pokarmowego wpływa niekorzystnie zarówno na wysokość, jak i jakość uzyskiwanych plonów. Przy czym ważna jest ilość składników dostępnych dla rośliny a nie ich ilość globalna. Szczególnie w warunkach intensywnego nawożenia mineralnego może nastąpić wyraźna zmiana środowiska glebowego i jakości uzyskiwanych produktów. W warunkach gospodarki ekstensywnej, szczególnie gdy stosuje się silne nawożenie obornikiem małe dawki nawozów mineralnych nie mają większego wpływu na skład chemiczny roślin. Zastosowanie wysokich dawek nawozów mineralnych pozwala natomiast w znacznym stopniu



pokierować wzrostem roślin oraz przebiegiem procesu akumulacji i lokalizacji poszczególnych składników w różnych organach roślin.

Najbardziej kontrowersyjna jest sprawa stosowania chemicznego zwalczania szkodników, chorób i chwastów. Często podnoszą się głosy, że nie należy środków chemicznych w ogóle stosować, gdyż mogą być trujące dla ludzi. Istotnie wiele z nich zawiera substancje trujące dla roślin, zwierząt i człowieka. Czy można więc je stosować?

Mamy dane, że stosowanie pestycydów powoduje przeciętną zwyżkę produkcji polowej o 10—25%, a w wielu przypadkach nawet o 40%. A zatem w skali światowej, jeżeli uwzględnić tylko zboża tzw. chlebowe i ryż, to odpowiadałoby ilości wystarczającej dla wyżywienia około 150 mln ludzi. Stanowi to bardzo poważny argument przemawiający za stosowaniem preparatów ochrony roślin.

Z drugiej strony są to preparaty trujące, szkodliwe dla ludzi szczególnie wtedy, gdy stosuje się je niewłaściwie. Dlatego też preparaty służące do ochrony roślin należy stosować w ściśle określonych warunkach przez posiadających odpowiedni poziom fachowy rolników, ogrodników i leśników. Istnieje też potrzeba stosowania ostrych, ściśle przestrzeganych przepisów państwowych, decydujących które środki mogą być dopuszczane do stosowania. W tym zakresie pracuje Instytut Chemii Organicznej zaś instytuty rolnicze wytyczają kierunki produkcji pestycydów. Coraz więcej produkuje się preparatów opartych o związki fosforowe i mocznikowe, mając na uwadze wysoką ich efektywność oraz krótki okres aktywności niezależnie od sposobu stosowania do gleby czy na roślinę.

W olbrzymiej większości przypadków jesteśmy pewni, że zastosowanie pestycydów pozwala uzyskać środki żywności nie skażone substancją aktywną. Jednak przy zastosowaniu niektórych preparatów można wykryć w roślinie śladowe ich ilości. Są ponadto stosowane również takie środki, które dostają się z gleby do wód i przez to mogą się szeroko rozprzestrzeniać.

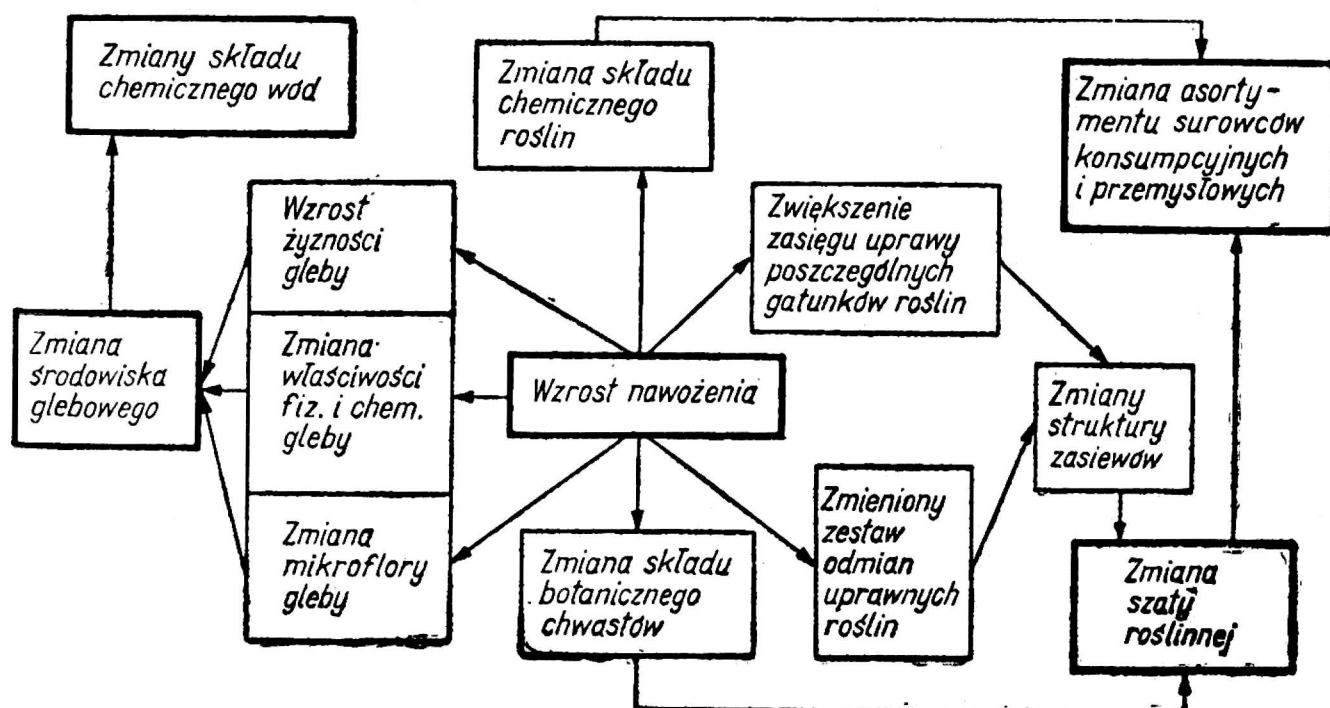
Stąd potrzeba dalszego zaostrzenia kryteriów przy dopuszczaniu nowych pestycydów do użytku, tym więcej, że brak odpowiedniej aparatury oraz odpowiedniego przygotowania wielu rolników powodują, że często preparaty te stosowane są niewłaściwie. W tych warunkach mogą nie tylko powstać duże straty w roślinach, ale powstaje również zagrożenie zdrowia człowieka.

Zdarza się, że często nie jesteśmy organizacyjnie przygotowani nawet do przeprowadzenia stosunkowo prostych zabiegów. Od dawna stosowane jest na przykład zaprawianie ziarna. W latach 1960—1970 areał obsiany zaprawianym ziarnem zbóż wzrósł ponad dwukrotnie. Obecnie przewidziane jest zaprawianie rocznie około 700 000 q ziarna siewnego. Ponadto zaplanowano zaprawianie nasion kontraktowanych w 100% oraz w 75% ku-

kurydzy, grochu, peluszki, koniczyny i lucerny. Natomiast w kraju mamy bardzo mało urządzeń, które zapewniałyby rolnikowi zaprawianie w warunkach zabezpieczających jego zdrowie i w wielu przypadkach zabieg ten będzie się przeprowadzać w sposób prymitywny, kiedy wydzielający się pył zatrzuwa atmosferę i niszczy zdrowie osób zaprawiających. Jest to typowy przykład niekorzystnego wpływu intensyfikacji rolnictwa na środowisko, który łatwo jest wyeliminować przez rozwijanie usługowego zaprawiania ziarna siewnego oraz utrzymanie zaprawiarek w pełnej sprawności technicznej.

Pestycydy podobnie zresztą jak herbicydy bardzo brutalnie ingerują w przekształcenie naturalnej, ustalonej od dawna biocenozy. Tym samym powodują w dalszej konsekwencji zanik jednych form owadów i roślin a rozwój innych. Niekiedy łańcuch tych przemian przedłuża się na inne organizmy. Wówczas zanikają również i te gatunki, które znowu oddziaływały na inne populacje itp. Nie ulega wątpliwości, że stosowanie omawianych preparatów może spowodować poważne przemiany w środowisku przyrodniczym, tym większe, im bardziej powszechne jest ich stosowanie. Należy więc uważnie je śledzić i eliminować te preparaty, które mogłyby w dalszej konsekwencji wywołać niekorzystne przemiany oraz optymalnie wykorzystać stosowanie środków chemicznych do zwalczania chorób, szkodników i chwastów.

Istnieją poglądy, że chemiczną walkę ze szkodnikami i chwastami można zastąpić innymi metodami, a w szczególności agrotechnicznymi i biologicznymi, niestety są one znacznie mniej skuteczne i jak dotąd nie mogą zastąpić metod chemicznych, mogą je jednak w pewnym stopniu uzupełniać.



Rys. 1. Wpływ wzrastającego poziomu nawożenia na człowieka i jego środowisko

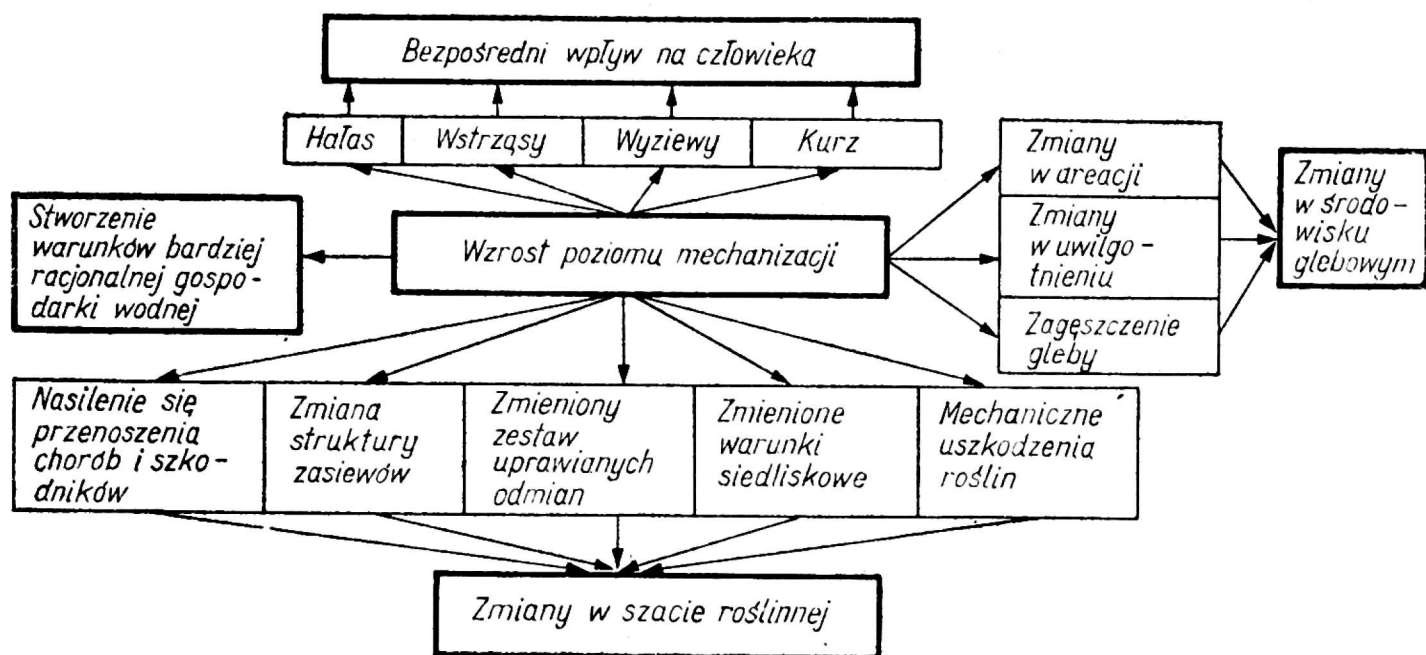
Analizując wpływ chemizacji na naturalne środowisko przyrodnicze należy jeszcze uwzględnić coraz częściej używane różnego typu preparaty poprawiające fizyczne właściwości gleby, regulujące wzrost roślin oraz stymulatory. Środki strukturotwórcze dość radykalnie poprawiają naturalne fizyczne właściwości gleb, które dotąd miały znikomą przydatność użytkową. Jeżeli znajdą szersze zastosowanie, przyczynią się do zasadniczego przekształcania środowiska przyrodniczego. Podobnie można oczekiwać, że w przyszłości stymulatory i regulatory wzrostu roślin umożliwią bardziej skuteczną interwencję człowieka w zakresie szaty roślinnej tym bardziej, że ułatwi to zwiększenie zasięgu uprawy poszczególnych gatunków roślin (rys. 1).

### *Wpływ mechanizacji*

Jednym z bardziej widocznych przejawów wzrostu intensyfikacji rolnictwa jest przechodzenie na coraz wyższy poziom mechanizacji. Już w zamierzchłych czasach zastosowanie motyki w jakimś stopniu zmieniło strukturę gleby, stosunki wodno-powietrzne w uprawianej roli i naruszyło układ populacji żyjących w tej glebie, a tym samym przekształciło szatę roślinną uprawianych poletek. Zastosowanie przez starożytnych Rzymian wózków obrywających kłosa zbóż stworzyło warunki dla selekcji w obrębie uprawianych populacji. Zbierano bowiem i dalej rozmnażano tylko takie rośliny, które wytworzyły kłosa dostosowane do zbioru w ten sposób przeprowadzanego.

W miarę przechodzenia na coraz wyższy poziom mechanizacji stworzono warunki, w których maszyny wprowadzone na pola wywierają coraz silniejszy wpływ zarówno na glebę, jak i rośliny jak również bezpośrednio na człowieka (rys. 2). Nie ulega wątpliwości, że nie należy hamować nasilenia procesu mechanizacji, przeciwnie zainteresowani jesteśmy w tym, aby nadal się on rozwijał. Jednocześnie jednak coraz większego znaczenia nabiera poznanie biologicznych skutków tego procesu, aby można było eliminować te, które niekorzystnie oddziałują na człowieka i jego środowisko.

Bezpośredni wpływ mechanizacji na człowieka przejawia się głównie zanieczyszczeniem atmosfery szczególnie spalinami, wywoływaniem wstrząsów i nadmiernego hałasu. W większości przypadków bezpośrednio oddziaływanie maszyn na człowieka dotyczy osób przebywających w bliskiej ich odległości. W tym przypadku skutki są przeważnie mniej lub więcej szkodliwe, ale krótkotrwałe, z wyjątkiem gdy maszyny posiadają złą konstrukcję, są niewłaściwie obsługiwane albo gdy człowiek jest narażony na przebywanie w ich pobliżu przez dłuższy czas.



Rys. 2. Wpływ wzrastającego poziomu mechanizacji na człowieka i jego środowisko

Do najważniejszych zjawisk z omawianego zakresu należy zaliczyć nadmierny hałas wywołany przez drgania, zapylenie, gazy spalinowe itp.

Najwyższe przekroczenie stopnia zagrożenia hałasem w stosunku do normy polskiej (90 dB) obserwuje się w wyniku pracy ciągników rolniczych. Ciągniki rolnicze Ursus C-352, 328, 330, 4011, 385 oraz kombajny zbożowe typu Vistula emitują hałas o natężeniu 99—106 dB.

Pył powstający w środowisku pracy jest w rolnictwie różnorodny i często może być przyczyną uczuleń układu oddechowego.

Blizsze poznanie ujemnych skutków mechanizacji pozwala na wprowadzenie usprawnień zmniejszających a niekiedy zupełnie je eliminujących. Badania prowadzone przez Instytut Higieny Wsi pozwoliły na wprowadzenie wielu usprawnień konstrukcyjnych w wyniku których rolnik może pracować w bardziej zdrowych warunkach.

Wzrost mechanizacji wywiera również ujemne skutki na środowisko glebowe. Koła ciągników oraz maszyn towarzyszących powodują energiczne przemieszczanie się cząstek gleby zarówno w poziomie (poślizg) jak i w pionie (ugniatanie). W pewnych przypadkach może to powodować trwale i niekorzystne zmiany struktury gleby. Szczególnie częstym zjawiskiem jest nadmierne zagęszczenie gleby (tab. 6), co powoduje pogorszenie się stosunków wodno-powietrznych oraz wzrost oporu stawianego korzeniom roślin co zmienia warunki ich wzrostu. Na zielonych użytkach obserwowano na ugnięcionych pasach zmiany w składzie botanicznym porostu, na polach uprawnych rośliny źle się rozwijają, a plony się zmniejszają, u korzeni spichrzowych powstają zniekształcenia, co może nawet prowadzić do niekorzystnych zmian w ich składzie chemicznym i war-



Tabela 6

Zmiany niektórych właściwości gleby pod wpływem jej zagęszczenia

Zagęszczenie gleby w kg/cm <sup>2</sup>	Ciężar objętościowy g/cm <sup>3</sup>	Porowatość ogólna % wag.	Porowatość kapilarna % wag.	Ilość por. za- jętych przez wodę %
kontrola	1,07	56	38	15,2
5,0	1,42	43	31	11,3
7,5	1,57	35	24	10,4
10,0	1,71	34	22	8,4

tości użytkowej. Poznanie tych zjawisk pozwoliło wypracować metody w znacznym stopniu eliminujące wspomniane ujemne zjawiska. Wiemy np., że zwiększenie prędkości (mniej więcej dwukrotne) poruszających się po polu agregatów, zastosowanie szerszych opon lub zmniejszenie w nich ciśnienia, praca na polu mniej wilgotnym itp. mogą znacznie zmniejszyć ugniecenie roli.

Wzrost poziomu mechanizacji zmienia dotychczasową prostą zależność zachodzącą między środowiskiem glebowym a rośliną. Zjawia się nowy ważny czynnik zakłócający naturalne środowisko przyrodnicze — jest nim zależność między rośliną a maszyną. Ściślej mówiąc wzrost mechanizacji powoduje przekształcanie szaty roślinnej, giną jedne rośliny a nasila się występowanie innych.

Zależnie od konstrukcji maszyn używanych do zbioru i czyszczenia następuje selekcja nasion chwastów dostających się na pole. W grupie roślin uprawnych zostają te, które dostosowane są do zmienionych warunków produkcji. Są to więc formy o nieosypujących się zbyt łatwo na-

Tabela 7

Wpływ głębokości uprawy roli na liczebność mikroorganizmów (w tys./cm<sup>3</sup>)  
w glebie piaszczystej (wg Krzymuskiego)

Mikroorganizmy glebowe	Głębokość uprawy w cm			
	25		50	
	próbki pobrano z głębokości w cm			
	10	30	10	30
Bakterie	197,0	24,0	263,0	38,0
w tym: rozkładające celulozę	1,0	2,9	1,7	0,8
bakterie beztlenowe	23,0	3,2	12,5	1,5
Grzyby	33,8	9,6	38,6	20,7
Promieniowce	7,1	4,0	6,1	7,8

sionach trudno pękających strąkach, łuszczynach i torebkach, niewylegające i nieporastające, a w grupie roślin korzeniowych o kształcie i sposobie wyrastania korzeni umożliwiającym mechaniczny zbiór.

Należy jeszcze podkreślić, że wzrost poziomu mechanizacji pozwala znacznie nasilać częstotliwość i skuteczność stosowanych zabiegów a tym samym wzmacnia proces przekształcania środowiska. Wzrost poziomu mechanizacji może powodować skutki biologiczne, które możemy zupełnie lub w znacznym stopniu eliminować i takie których nie można usunąć, trwałych i nasilających się. Stwarza to konieczność przejścia na gatunki i odmiany roślin dostosowane do uprawy w warunkach wysokiego poziomu mechanizacji i jednocześnie powoduje zanikanie niektórych gatunków i wielu starych odmian roślin.

### *Wpływ zabiegów melioracyjnych*

Bardzo ważnym elementem intensyfikacji rolnictwa są wszelkie zabiegi melioracyjne w najszerszym tego słowa znaczeniu. Zmieniają one bardzo radykalnie środowisko glebowe a pośrednio również szatę roślinną zarówno odnośnie roślin uprawnych, jak i dziko rosnących. Są one trwałe i powodują zmiany środowiskowe utrzymujące się przez wiele lat.

Szczególnie wyraźna jest interwencja melioracji w zakresie poprawienia stosunków wodnych w glebie. W wielu rejonach kraju obserwuje się proces stepowienia, który wywołuje zasadnicze i globalne przekształcenie środowiska. Procesy tego typu można zahamować poprzez interwencję melioracyjną z uwzględnieniem zasad podstaw przyrodniczych stosowanych melioracji. Ważnym zabiegiem melioracyjnym jest nawadnianie roślin, a w naszych warunkach zwłaszcza deszczowanie. Zmienia ono zasadniczo warunki glebowe, mikroklimat i szatę roślinną. Na polach deszczowanych możemy regulować nie tylko stosunki wodno-powietrzne, zmieniamy również temperaturę oraz dynamikę wzrostu roślin. W wielu przypadkach obserwuje się zmniejszenie nasilenia występowania szkodników na zwiększenie się chorób pochodzenia grzybkowego — ulega przesunięciu skład botaniczny chwastów w rezultacie czego należy zmienić płodozmian.

Do zabiegów melioracyjnych zaliczamy również liczne specjalne uprawki, a zwłaszcza orki melioracyjne, które skutecznie zmieniają środowisko glebowe, przede wszystkim siedlisko o właściwościach niekorzystnych dla rolnictwa. Ostatnio szczególnie duży postęp uzyskano w zakresie poprawy właściwości gleb lekkich, które zmieniają swe cechy w wyniku nawożenia substancjami ilastymi, wprowadzeniu wkładek ze słomianego obornika lub mieszaniny jego z torfem i gliną. Ostatnio przeprowadzono próby z umieszczaniem folii pod powierzchnią gleby celem utworzenia jakby dużych

naczyń, w których łatwiej regulować stosunki wodne i zabezpieczyć odpowiednią żyzność. Inną metodą jest stosowanie piankowatego tworzywa sztucznego, nasyconego najważniejszymi składnikami pokarmowymi, które rozmieszcza się na głębokości około 40 cm. Stosuje się również różnego rodzaju mulczowanie gleby między innymi za pomocą torfu. W ten sposób w niektórych międzyrzędach zwiększa się wilgotność gleby oraz unieumożliwia wzrost chwastów. Wszystkie te i podobne zabiegi melioracyjne nie tylko zmieniają właściwości gleby, ale w dalszej konsekwencji przyczyniają się do przekształcenia całego środowiska przyrodniczego, zwłaszcza szaty roślinnej, aby na meliorowanych terenach wprowadzić uprawę bardziej wartościowych gatunków.

### *Zagadnienie erozji*

Erozja jako proces zmywania, żłobienia lub zwiewania wierzchniej warstwy gleby w bardzo silnym stopniu zmienia środowisko glebowe. Zjawisko to ma duże znaczenie praktyczne, obejmuje bowiem swym działaniem około 20% obszaru Polski. Intensyfikacja produkcji roślinnej może zarówno pogłębić, jak i zahamować procesy erozji. Zasadniczo intensywne uprawy terenów narażonych na erozję sprzyja jej występowaniu. Z drugiej strony stosując właściwe sposoby uprawy, dobór roślin a także specjalne preparaty typu Curosol lub Styromul można obecnie procesom erozyjnym coraz skuteczniej przeciwdziałać. Jak duże znaczenie ma przeciwdziałanie erozji ilustruje poniżej podany przykład.

Na roli zbyt szybko rozpylonej cząsteczki gleby są z łatwością przenoszone przez wiatr i wodę. Burzowy deszcz rozbryzguje glebę na wysokość 1 m. Skutki są nieodwracalne, gdyż przemieszczone cząsteczki gleby nie mogą już wrócić na pierwotne miejsce.

Średnio corocznie odpływa z Polski około 5 mln ton gleby oraz co najmniej taka sama ilość osadza się u podnóży zboczy.

Według prof. Ziemińskiego łączną stratę gleby ze zboczy można ocenić na 10 mln ton gleby. Co minutę traci Polska 10 ton gleby, co odpowiada powierzchni 1500 ha o warstwie ornej głębokości 20 cm.

Erozja dotyczy powierzchni około 4 000 000 ha a 1 000 000 ha zajmują tereny uprawne już znacznie zniszczone. Na terenach tych zmniejszenie miąższości gleby powoduje obniżkę plonów o 40 do 70%.

Omawiane zjawiska powodują nie tylko znaczne zmiany w składzie fizycznym gleby, ale ponadto olbrzymie straty wody i odpływ związków pokarmowych. Przyjmuje się, że średni odpływ związków pokarmowych rozpuszczonych i unoszonych przez wodę w przeliczeniu na nawozy mineralne wynosi 60 000 ton 18% superfosfatu, 150 000 ton 20% soli potasowej, 70 000 ton 20% saletrzaku i 80 000 ton 80% wapna palonego.

Straty gleby i wody w wyniku erozji pozostają w wyraźnym związku z działalnością człowieka. Według Banneta przy spadku zbocza wynoszącym 10% na glebie gliniastej wynoszą one:

	spływ gleby ton/ha	odpływ w % opadu
w lesie	0,004	0,09
użytki zielone	0,02	0,29
pola wstęgowe	21,6	8,8
rośliny okopowe	50,2	10,5
grunty nieobsiane	129,4	29,1

Innym przykładem wpływu niewłaściwego systemu gospodarki rolnej na środowisko przyrodnicze jest wzrost erozji terenów niewłaściwie wypasanych owcami, które powoduje w Tatrach niszczenie darni oraz drzewostanów w tak silnym stopniu, że konieczne okazało się rozpoczęcie akcji zmierzającej do zmniejszenia ilości wypasanych owiec.

#### *Wpływ hodowli roślin na przekształcanie środowiska przyrodniczego*

Omawiając wpływ intensyfikacji rolnictwa na człowieka i jego środowisko, trudno jest pominąć znaczenie hodowli i selekcji roślin. Ta dziedzina działalności człowieka w sposób bardzo wyraźny modyfikuje kierunek naturalnej ewolucji świata ożywionego. Jest chyba sprawą jasną, że jest ona gwarancją osiągnięć oraz podnoszenia na wyższy poziom produkcji roślinnej i zwierzęcej. W tym zakresie zastrzeżenia od strony ochrony środowiska są stosunkowo mniejsze. Jeżeli bowiem, w wyniku selekcji pewne biotypy roślinne lub zwierzęce są preferowane, to właśnie te które w danych warunkach ekologicznych najlepiej mogą wykorzystać wszystkie środki, które rolnik dostarczy dla osiągnięcia wysokiej produkcji.

Tym nie mniej hodowla bardzo znacznie może modyfikować środowisko przyrodnicze a w skrajnym przypadku wytwarzać nawet nowe formy nie spotykane dotychczas w naturalnych warunkach. Wytworzone odmiany i rasy nieraz znacznie różnią się od form wyjściowych, zwiększa się więc zasięg uprawy poszczególnych gatunków roślin.

Tak więc osiągnięcia hodowli roślin powodują bardzo istotne zmiany w szacie roślinnej pól uprawnych. Tym samym zmienia się skład botaniczny występujących chwastów oraz grzybów. Nowe formy są często odporne na pewne choroby i szkodniki, co nie pozostaje bez wpływu na całą drobną faunę i florę pól uprawnych i terenów przyległych.



## Wpływ systemów produkcji

Znaczny wpływ na środowisko przyrodnicze wywiera system produkcji roślinnej oraz jej kierunki. Szczególnie wyraźnie przejawia się to w zakresie produkcji ogrodniczej, gdzie mamy do czynienia z najbardziej intensywną formą gospodarowania. W skrajnym przypadku to znaczy przy uprawie pod szkłem lub folią, szczególnie gdy jeszcze stosuje się sztuczne naświetlanie i ogrzewanie oraz sztuczne podłoże, wówczas naturalne warunki przyrodnicze ulegają zasadniczej zmianie. Również na pozostałych przestrzeniach pól uprawnych wprowadza się intensywne systemy uprawy, które decydują o składzie fauny i flory zarówno użytkowej jak i naturalnej. Sposób gospodarowania wpływa na wachlarz uprawianych roślin, który jest coraz mniejszy w skali ogólnokrajowej jak i na

Tabela 8

Liczba roślin uprawianych w gospodarstwie  
(wg Millera)

Grupa roślin	Liczba roślin w gospodarstwie	
	wielokierunkowym	uproszczonym
Zboża	4—6	2—3
Okopowe	3—5	1—2
Strączkowe na nasiona	2—4	0—1
Pastewne	4—6	1—3
Przemysłowe	2—4	0—1
<b>R a z e m</b>	<b>15—25</b>	<b>4—10</b>

poszczególnych polach. W wielu gospodarstwach przechodzi się na uprawę 2—3 gatunków roślin, a nawet uprawy monokultur czyli jednego gatunku roślin przez szereg lat na tym samym polu. Jednostronne użytkowanie gleby narusza higienicznie naturalny układ biosfery. Obniżają się fizyczne i chemiczne właściwości gleby, zmniejsza się skład botaniczny chwastów, skład populacji owadów oraz zwierząt żyjących na tych obszarach. Trudno obecnie ocenić jak dalece powoduje to ujemne nieodwracalne zmiany. Badania w tym zakresie trwają zbyt krótko. Znamy wiele przypadków, gdy w krajach Ameryki i Europy stosowanie monokultur doprowadziło do zupełnej ruiny gospodarczej stosujące je gospodarstwa i dewastacji naturalnego środowiska przyrodniczego. Jednocześnie znane są przypadki, że ten system produkcji po okresie zakłóceń doprowadził do nowej równowagi biologicznej. Po upływie kilkunastu lat nastąpiła znowu równowaga biosfery umożliwiając uzyskiwanie wysokich plonów.

Mniej skrajnym niż monokultury i bardziej naturalnym w naszych warunkach gospodarczych jest tzw. intensywny system produkcji zbóż gdyż zajmują one w strukturze zasiewów ponad 70% areału. W naszych warunkach coraz częściej na jednym kompleksie pól zboża przychodzą po sobie przy czym nasila się uprawa głównie dwóch gatunków zbóż: pszenicy i jęczmienia. W tych warunkach nasila się występowanie chorób grzybkowych, występowanie pewnych gatunków chwastów oraz zmiany w środowisku glebowym.

### *Podsumowanie*

Reasumując powyższe rozważania należy stwierdzić, że nie możemy zrezygnować ani nawet osłabić procesu intensyfikacji produkcji roślinnej. Jest ona właściwą drogą do szybkiego podniesienia plonów. Jednocześnie jednak należy zwiększyć troskę o właściwe pokierowanie przekształcaniem środowiska przyrodniczego tak, aby nie spowodowało to zmian niepożądanych dla samego człowieka. Wydaje się zupełnie realne wypracowanie takich sposobów postępowania, aby nawet w warunkach stosowania w rolnictwie przemysłowych zasad produkcji nie powodować zbyt drażliwych niekorzystnych przemian w środowisku przyrodniczym. Ochrona przed ujemnymi skutkami intensyfikacji rolnictwa, a więc głównie chemizacji i mechanizacji powinna w coraz większym stopniu opierać się na analizie skutków biologicznych. Tak więc nie tylko troska o wysokość i opłacalność produkcji, ale również o właściwe przekształcenie środowiska powinno cechować nowoczesne rolnictwo. Z drugiej strony należy dążyć do stałego podnoszenia wiedzy, nie tylko rolniczej, ale i ogólnej, zrozumienia praw środowiska przyrodniczego i potrzeb produkcji oraz szerokiego upowszechnienia tej wiedzy.

Konieczne jest prowadzenie na bieżąco takich badań kompleksowych, które by pozwoliły aktualnie na najbliższy okres przewidywać rozwój technizacji, wypracować modele gospodarcze, które by jak najmniej przy intensyfikacji rolnictwa niosły ubocznych niepożądanych skutków. W tym zakresie szczególne znaczenie ma pogłębienie naszej wiedzy o przyrodniczym środowisku człowieka. Niezbędne jest ponadto zabezpieczyć produkcję poprzez określone przepisy prawne, które umożliwią i ułatwią działanie tym, którzy dbają o środowisko przyrodnicze a jednocześnie nie zapominają o konieczności podnoszenia produkcji i zapewnienia prawidłowego jej przebiegu. Należy podkreślić, że właśnie w dziedzinie ochrony środowiska obserwuje się wyjątkowo dużo przejawów dobrej woli, a co ciekawsze, przejawów podejmowania kompleksowych zespołowych wysiłków. Dlatego w krótkim czasie, jaki upłynął od podjęcia konkretnych prac w zakresie ochrony przyrody, możemy już się pochwalić pewnymi

osiągnięciami szczególnie w zakresie rozwiązywania zagadnień z pogranicza bardzo odrębnych dziedzin. Dalsza kontynuacja tych prac pozwoli nam na pewno wypracować optymalny model postępowania tak, aby przy dalszym stałym pogłębianiu intensyfikacji rolnictwa ograniczyć a w wielu przypadkach nawet zupełnie eliminować ujemne skutki dla człowieka i jego środowiska.

#### LITERATURA

1. Byszewski Wł.: Kierunki przemian produkcji roślinnej, PWRiL, 1968
2. Carson R.: *Silent Spring*, Houghton Mifflin, Co Boston, 1962
3. Dobrzański B.: Wpływ intensyfikacji rolnictwa na człowieka i jego środowisko; Sprawozdanie z Sesji Rady Naukowej ZGTWP, Warszawa, 1972
4. Dorst J.: *Zanim zginie przyroda*; Wiedza Powszechna, Warszawa 1971
5. Eddiwes M.: Podstawy uprawy roślin, PWRiL, 1972
6. Leńkowa A.: *Oskalpowan ziemia*, Zakład Ochrony Przyrody, Wydawnictwo Popularno-Naukowe nr 20, 1961
7. Sarkars P.: *Rolnictwo u progu trzeciego tysiąclecia*, PWRiL, Warszawa, 1972
8. Whitten J.L.: *Damit wir leben können*; Van Nostrand Reinhold Company New York, Cincinnati, Toronto, London, Melbourne, 1971
9. Zimnicki S.: *Erozja i jej zwalczanie*, PWRiL, 1965