

INTENSYWNE ROLNICTWO A OCHRONA ŚRODOWISKA

Włodzimierz Songin

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Szczecinie

WPROWADZENIE

W dążeniu do uzyskania maksymalnej wydajności biomasy z jednostki powierzchni użytków rolnych i ułatwienia procesów produkcyjnych w intensywnym rolnictwie stosuje się duże ilości nawozów mineralnych oraz pestycydów. Środki te, a także towarzyszące im często domieszki substancji trujących, np. metale ciężkie w nawozach fosforowych [27, 63], nie są zwykle w pełni wykorzystywane na polach, gdzie zostały wprowadzone. Znaczna ich część jest z gleby wywiewana lub wypłukiwana i przedostaje się do atmosfery, wód gruntowych i wgłębnych oraz do jezior, rzek i lasów. Mogą stąd wynikać niekorzystne zmiany w całości kształcie środowiska. Potęgowane jest to takimi elementami intensywnego rolnictwa, jak:

- mechanizacja prac polowych (większe zagrożenie gleb erozją wietrzną i wodną);
- uproszczenia w agrotechnice i zmianowaniu (konieczność stosowania zwiększonej ilości pestycydów);
- wprowadzenie do uprawy krótkosłomych, wysokoplennych odmian zbóż, przeważnie o zmniejszonej naturalnej odporności na zachwaszczenie i atak patogenów;
- sztuczne deszczowanie (zubożenie w wodę naturalnych jej zbiorników, zwiększenie możliwości wypłukiwania z gleby jej składników rozpuszczalnych do wód gruntowych);
- likwidacja zadrzewień śródpolnych i miedz (dla ułatwienia mechanizacyjnych zabiegów agrotechnicznych);
- koncentracja produkcji zwierzęcej w fermach chowu przemysłowego (problem utylizacji gnojowicy oraz soków wyciekających z przyzmyk kiszzonek);
- koncentracja ludności wiejskiej w agromiastach (problem utylizacji ścieków i odpadów komunalnych).

W praktyce rolniczej popełniane są też liczne błędy przy wykonywaniu nawożenia, ochrony roślin i innych zabiegów agrotechnicznych. Według badań Borowca [9], wykonanych w województwie szczecińskim, wymywanie podstawowych makroelementów z gleb użytków rolnych wynosi (kg z 1 ha rocznie): azot - 4,6-64,7 (\bar{x} 16), fosfor - 0,09-0,17, potas - 0,9-24, wapń - 46,7÷459, magnez - 6,79-72,8. W publikacjach z innych krajów podawane są następujące wartości wymywania: dla USA - azot 31-104, potas 1-24 [55], dla Włoch - azot 62, potas 16-37 [43], dla NRD - azot 10-20, potas 20-60 [62]. Według Schwertmanna [50] w wyniku wodnej erozji w RFN do zbiorników wody dostaje się rocznie 6000 ton fosforu (pierwiastek stosunkowo mało przemieszczający się).

Wymywanie z użytków rolnych środków chemicznych stosowanych w intensywnym rolnictwie powoduje m. in. eutrofizację jezior, a obecność tych środków (w tym pozostałości pestycydów) w wodach powierzchniowych gruntowych i wgłębnych stanowi ponadto niebezpieczeństwo dla zdrowia ludzi i zwierząt, jako konsumentów tej wody [26, 37, 44-47].

PRZECIWOZIAŁANIE UJEMNYM SKUTKOM INTENSYFIKACJI ROLNICTWA

Stopień zagrożenia środowiska intensywną gospodarką rolną w dużej mierze jest uzależniony od układów czynników przyrodniczych, jak: ukształtowanie terenu, skład mechaniczny gleby, warunki meteorologiczne, na które rolnik nie ma wpływu. Z licznych badań wynika jednak, że racjonalna działalność rolnicza może wielokrotnie zmniejszyć niebezpieczeństwo skażeniami środowiska nawet przy bardzo intensywnych metodach produkcji rolnej [4, 17, 29]. Na podstawie danych literatury i obserwacji własnych można stwierdzić, co następuje:

K u l t u r a g l e b y. Pola o dobrej kulturze stanowią mniejsze zagrożenie dla środowiska niż pola o gorszej kulturze. Gleby o dobrej kulturze cechują się bowiem m. in. lepszymi właściwościami filtracyjnymi i retencyjnymi, trwałością agregatów strukturotwórczych oraz większą liczebnością i aktywnością mikroflory i pożytecznej mezofauny glebowej. Dlatego też zastosowane na takich glebach nawozy mineralne są lepiej przez rośliny uprawne pobierane, a ta ich część, która w danym sezonie wegetacji nie jest wykorzystana, w znacznej mierze podlega sorpcji biologicznej, chemicznej lub fizycznej, a więc pozostaje w glebie dla roślin przychodzących w kolejnych rotacjach zmianowania. Jeżeli chodzi o pozostałości pestycydów - to można się spodziewać, że w glebach o dobrej kulturze zostaną one szybciej zneutralizowane aktywniejszą działalnością mikroflory glebowej niż w glebach o gorszej kulturze.

Kulturę gleby można utrzymywać na należyтым poziomie i poprawiać stosując właściwe nawożenie organiczne, wapnowanie, zmianowania z udziałem roślin motylkowa-

tych, konsekwentne przestrzeganie poprawności całości kształtu zabiegów agrotechnicznych przy każdym gatunku przychodzącym w zmianowaniu itp.

Jednym z efektywnych sposobów poprawienia kultury gleb jest nawożenie kompostami wytwarzanymi przy współudziale dżdżownic z takich materiałów, jak: słoma z gnojowicą, odpady komunalne i przemysłowe, osady denne wód itp. [41, 59]. Mizia [35] podaje, że w Stanach Zjednoczonych istnieją tysiące drobnych farmerów specjalizujących się w hodowli dżdżownic i produkcji specjalnych kompostów. Wprowadzenie takich kompostów na pola stymuluje procesy biochemiczne w glebie związane z metabolizmem występujących w niej pożytecznych organizmów żywych. Pokrowskaja [41] stwierdza, że mikroorganizmy glebowe zdolne są m. in. przetwarzać toksyczne związki metali ciężkich na trudno przyswajalne przez rośliny oraz mało podlegające wymywaniu połączenia chemiczne tych metali. Nie ustosunkowuje się jednak do zagadnienia, jak długo i w jakich warunkach zawarte w takich połączeniach metale ciężkie mogą pozostawać w glebie w stanie nieaktywnym. W każdym bądź razie można sądzić, że omawiane właściwości kompostów wytwarzanych przy pomocy dżdżownic mają szczególne znaczenie dla gleb, które utraciły zdolności samooczyszczania się w wyniku skażeń pozostałościami pestycydów i innymi niepożądanymi substancjami obecnymi w nawozach mineralnych odpadach i emisjach przemysłowych [59].

Wskutek różnych przyczyn w licznych gospodarstwach Polski kultura gleby ulega pogorszeniu.

N a w o ż e n i e o r g a n i c z n e. Dostateczne nawożenie organiczne wydaje się mieć szczególne znaczenie przy kształtowaniu kultury gleby i ochrony środowiska, przy jednoczesnym utrzymaniu intensywnej produkcji rolniczej. Nawożenie takie decyduje bowiem o zawartości węgla organicznego w glebie, a zatem o jej właściwościach sorpcyjnych i filtracyjnych w odniesieniu do składników wprowadzonych do gleby wraz z nawozami mineralnymi [49]. Istotne jest również to, że nawożenie organiczne zapewnia warunki dla życia i rozmnażania się dżdżownic - naturalnych meliorantów gleby. Z drugiej strony rozkładająca się masa organiczna w glebie może być uważana za jeden z elementów biologicznej walki z patogenami roślin [51], gdyż m. in.:

- stymuluje działalność saprofitycznych mikroorganizmów glebowych nastawionych antagonisticznie do wielu patogenów;
- stwarza korzystniejsze fizyczno-chemiczne warunki w środowisku glebowym dla roślin uprawnych, w wyniku czego stają się one bardziej odporne na ataki chorób i szkodników oraz bardziej zagłuszają chwasty.

Dlatego też na polach właściwie nawożonych organicznie interwencyjne zabiegi chemiczne przeciwko patogenom zwykle nie muszą być tak intensywne jak na polach nawożonych jednostronnie nawozami mineralnymi. Poza tym w pierwszym przypadku pozostałości pestycydów w większym stopniu ulegają rozkładowi biologicznemu niż w drugim przypadku.

Sytuację odpowiedniego nawożenia organicznego pól w intensywnych gospodarstwach rolnych pogarsza fakt, że w gospodarstwach tych tradycyjny obornik zastępowany jest gnojowicą. Cechy gnojowicy bardziej są zbliżone do nawozów mineralnych niż do obornika, w wyniku czego może ona pogarszać, zamiast poprawiać chemiczno-fizyczne właściwości gleby [42]. Poza tym ze względów organizacyjnych gnojowicę często stosuje się w bardzo dużych dawkach, w nieoptymalnych terminach oraz na polach znajdujących się w najbliższym sąsiedztwie ferm. Prowadzi to do zakłóceń równowagi chemicznej nie tylko na użytkach rolnych, ale również w okolicznym ekosystemie.

W gospodarstwach nie dysponujących dostateczną ilością dobrego obornika źródłem zaopatrzenia gleby w masę organiczną powinny być międzyplony przeznaczone do przyorowania jako zielony nawóz [52].

N a w o ż e n i e m i n e r a l n e. Aktualnie nawozy fosforowe i potasowe zaleca się stosować jesienią pod orkę przedzimową, a znaczną część nawozów azotowych na przedwiośniu, na zamarznątej jeszcze glebę [18]. Jest to dyktowane głównie względami technicznymi, związanymi z mechanizacją rolnictwa. Prawdopodobieństwo skażeń środowiska nawozami mineralnymi byłoby mniejsze, gdyby wielkość dawek nawozowych była zawsze dostosowana do zasobności gleby w składniki pokarmowe, warunków agroekologicznych w danym gospodarstwie, właściwości uprawianej odmiany i przeznaczenia plonu. W Polsce został wprowadzicie opracowany przez COBORU odpowiedni system doradztwa odmianowo-agrotechnicznego (EDDA), a także system elektronicznego doradztwa nawozowego przez IUNG, ale wykorzystywanie tych systemów w praktyce nie jest powszechne.

W wielu krajach [24] potrzeby nawożenia azotowego ustala się na podstawie odpowiednich analiz gleby (tzw. metoda N_{min}), a przy nawożeniu pogłównym na podstawie analizy liści.

T e c h n i k a i t e r m i n y n a w o ż e n i a. Należałoby: unikać wysiewania nawozów mineralnych (także organicznych) na zamarznątej glebę w zimie i na przedwiośniu bez możliwości ich wymieszania z glebą; dzielić większe dawki azotu na kilka części; unikać skomasowanego nawożenia potasem i fosforem (raz na 2-4 lata); równomiernie wysiewać poszczególne nawozy, tak aby wzajemne stosunki między składnikami były zachowane w każdym miejscu danego pola; zwracać uwagę na kierunek i siłę wiatru w czasie wysiewu nawozów, zwłaszcza przy pomocy samolotów.

Za granicą coraz powszechniej nawozy wprowadza się do gleby specjalnymi maszynami; umieszczane są one lokalnie, pasami, w pewnej odległości od nasion lub sadzeniaków [5, 12, 25, 44]. W porównaniu z tradycyjnymi sposobami wysiewania nawozów daje to następujące korzyści:

- stanowi mniejsze niebezpieczeństwo wymywania lub wywiewania nawozów;
- pozwala zmniejszyć dawki nawozowe dwu- lub nawet trzykrotnie [25, 54];
- ogranicza występowanie chwastów [5];

- zapewnia lepszą równomierność wschodów i wcześniejsze dojrzewanie roślin.

F o r m y n a w o z ó w. Nawozy granulowane w porównaniu z pylastymi oraz wolno działające w porównaniu z szybko działającymi są korzystniejsze, nie tylko przy kształtowaniu wielkości i jakości uzyskiwanych plonów, ale także w aspekcie ochrony środowiska przed skażeniami. Zwolnione działanie nawozów mineralnych uzyskuje się, produkując je z odpowiednimi dodatkami, a także otoczkując granulki nawozów takimi substancjami, jak: żywice syntetyczne, polietylen, parafina, asfalt [14, 26, 50, 58]. Oprócz tego stosowane są inhibitory nitryfikacji amonowych związków nawozów mineralnych oraz występujących w glebie (np. preparat amerykański N-Serve lub japoński AM). Inhibitory nitryfikacji obniżają straty azotu 1,5-2 razy [3, 57, 58].

C h e m i c z n a o c h r o n a r o ś l i n. Bez należytej ochrony roślin nie ma możliwości wykorzystania potencjału produkcyjnego intensywnych odmian i nowoczesnych rozwiązań agrotechnicznych przy ich uprawie. Metodą hodowli odpornych na patogeny odmian oraz na podstawie jedynie biopreparatów nie da się przypuszczalnie rozwiązać wszystkich problemów fitosanitarnych, m. in. ze względu na tworzenie się odpornych ras patogenów. Występuje poza tym problem kompensacji patogenów i chwastów. Podwojenie produkcji żywności w Polsce będzie wymagało aż sześciokrotnego zużycia pestycydów [6]. Bardzo istotne jest jednak, aby pestycydy były stosowane w sposób racjonalny, jako element zintegrowanych metod walki z chorobami, szkodnikami i chwastami. Wymaga to dobrego przygotowania rolnika i całej służby rolnej oraz należytego zaplecza technicznego. Sytuacja pod tym względem w Polsce nie jest zadowalająca.

U p r a w a r o l i. Systematyczne stosowanie głębokiej orki oraz częste uprawki mechaniczne powodują straty substancji organicznych gleby, niszczą jej strukturę, zmniejszają infiltrację opadów, zwiększają powierzchniowy spływ i parowanie wody oraz są przyczyną erozji gleby [32, 65]. Współczesne tendencje agrotechniczne w światowym rolnictwie przewidują minimalizację mechanicznej uprawy roli, której krańcowością jest w ogóle zaniechanie uprawy płużnej (uprawa zerowa) z bezpośrednim umieszczeniem nasion w glebie przy pomocy specjalnych siewników. Dzięki temu można zmniejszyć: zapotrzebowanie na energię, erozję wodną i wietrzną gleby oraz skażenie rzek i jezior nawozami i pestycydami [2, 10, 28, 65].

Przy minimalnej uprawie duże znaczenie przywiązuje się do matowania (mulczowania) gleby takimi materiałami, jak: słoma, resztki poźniwne, masa organiczna z międzyplonów, których vegetacja została przerwana odpowiednimi herbicydami, makulatura, folie plastikowe [28, 33, 65].

Korzyści wynikające z minimalnej uprawy roli i jej matowania ujawniają się głównie w rejonach suchych oraz na glebach dobrze zmeliorowanych i nie zawchaszczonych chwastami uciążliwymi [11, 34]. Głównymi wadami bezorkowych systemów agrotechniki są: zwiększone zapotrzebowanie na nawozy mineralne i pestycydy, wolniej-

sze ogrzewanie się roli na wiosnę, w wyniku czego wschody i rozwój roślin mogą być opóźnione, a także wiele problemów fitosanitarnych [30, 65].

Efektywność minimalnej uprawy roli i jej matowanie w warunkach Polski jest mało zbadane.

Gatunki roślin uprawnych. Pola nie chronione roślinnością tracą więcej naturalnych składników gleby i wprowadzonych wraz z nawozami niż chronione. W badaniach wykonanych w Stanach Zjednoczonych na polu będącym w czarnym ugorze przesiąkanie wody przez glebę wynosiło $1483 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, a w tym azotu $111 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast na obsianych trawami odpowiednio $286 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ i $1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ [1]. Podobne badania przeprowadzone w RFN wykazują, że wymywanie azotu z pola w czarnym ugorze wynosiło $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast z łąki $10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ [39]. Również w doświadczeniach krajowych stwierdzono, że stosunek spływu do infiltracji zależy przede wszystkim od tego, czy gleba posiada okrywą roślinną, czy też nie [8].

W związku z powyższym można sądzić, że zagrożenie dla środowiska od łąk i pastwisk oraz gruntów ornach zajętych gatunkami tzw. gęstego siewu (motylkowate drobnonasienne, trawy w uprawie polowej, zboża z wsiewkami traw) jest mniejsze niż od pól z uprawą okopowych i innych gatunków tzw. rzadkiego siewu (ziemniak, burak, kukurydza). Jest to związane z faktem, że gatunki rzadkiego siewu w początkowych fazach rozwoju mało okrywają glebę: dlatego przez długi okres pozostaje ona jak gdyby w czarnym ugorze. Poza tymi gatunkami te wymagają przeważnie obfitszego nawożenia mineralnego, liczniejszych chemicznych zabiegów interwencyjnych przeciwko patogenom i chwastom, a także wielokrotnych uprawek mechanicznych. Motylkowate, oprócz tego, że wpływają korzystnie na stan kultury i życie biologiczne gleby nie potrzebują nawożenia azotem mineralnym. Nasycenie zmianowań poplonami ścierniskowymi i wsiewkami poplonowymi zwiększa zawartość łąnu i przedłuża okres trwania okrywy roślinnej pola, co ma także duże znaczenie przy ochronie gleby przed erozją wodną i wietrzną.

Erozja wodna i wietrzna gleb. Erozja powoduje degradację użytków rolnych oraz prowadzi do różnych zaburzeń w środowisku przyrodniczym człowieka [13, 28, 60]. Wodnej erozji na ogół podlegają wszystkie grunty orne o nachyleniu stoku powyżej 2° [21]. Według Jozefaciuka [19] w Polsce ponad 8% użytków rolnych jest średnio i silnie erodowanych; na 9% powierzchni występuje silna erozja wodna, a na 16% - wietrzna. Ogółem zagrożona erozją powierzchnia wynosi w Polsce 6,6 milionów ha.

Dla przeciwdziałania erozji proponowane są następujące postępowania agrotechniczne i zabiegi melioracyjne:

- wykonywanie wszelkich operacji mechanicznych związanych z uprawą i pielęgnowaniem roślin w poprzek skłonu [31, 50];

- pasowe wysiewy w poprzek skłonów różnych gatunków roślin, np. kukurydza na przemian z owsem [64];
- bruzdowanie pól i formowanie wałów ziemnych [22];
- tarasowanie skłonów [53];
- stosowanie bezorkowych systemów agrotechnicznych z doбором właściwych gatunków roślin do uprawy [2];
- wprowadzanie do gleby chroniących ją syntetycznych strukturotwórczych preparatów chemicznych [7].

Szczególne znaczenie w ochronie gleb przed erozją ma mieć matowanie pól. Z konkluzji przeglądu światowej literatury na ten temat wynika m. in., że jest to bardzo efektywny zabieg agrotechniczny, gdyż wielokierunkowo hamuje procesy decydujące o erozji gleby: chroni od rozpylenia jej wierzchnią warstwę, tłumi kinetyczną energię padających kropeł, stwarza korzystne warunki do przesiąkliwości wody, zwiększając jednocześnie retencję wody, zatrzymuje przenoszenie cząstek gleby i zawartych w niej składników poza granice pola. Zabieg ten prowadzi więc do równowagi pól uprawnych ze środowiskiem, z czynnikami klimatycznymi (opadami, wiatrem) i działalnością człowieka - zasadniczymi wektorami erozji, tj. usuwa przyczyny jej powstawania [28].

Powierzchniowe matowanie gleby obniża jednak temperaturę gleby, co zmusza do opóźnienia siewów i ujemnie wpływa na wschody roślin [10, 40]. Dla rejonów północnych zaleca się matowanie pionowe. Polega to na wykonywaniu szczelin w poprzek stoku, które wypełnia się materiałem organicznym, takim jak: ściern, słoma, trociny. W większości krajów zachodniej Europy i w Stanach Zjednoczonych są opatentowane specjalne maszyny do pionowego matowania pól [26].

P a s y z a d r z e w i e ć. Na użytkach rolnych są one zasadniczym elementem krajobrazu rolniczego, na terenach bezleśnych, odgrywają pozytywną rolę przy kształtowaniu mikroklimatu oraz przeciwdziałają ujemnym skutkom erozji gleb i innym skutkom związanym z intensyfikacją rolnictwa [46, 47, 61]. Wanin i Maczawariani [61] relacjonując organizację i efektywność takich zadrzewień w Austrii podają, że uzyskiwane tam wskutek tego zwwyżki plonów wynoszą 10-40%. Krajowe badania PAN wykonane w Turwi nie wykazały wprawdzie, aby oddziaływanie zadrzewień na plon roślin uprawnych było zawsze wyraźne, ale wskazują na wiele innych korzyści, takich jak: stworzenie warunków do zasiedlania się pożytecznych ptaków i owadów, przyczynianie się do wzrostu procesów wewnętrznej regulacji systemu w stosunku do oddziaływania sfery przemysłowo-zurbanizowanej i ubocznych niekorzystnych efektów intensyfikacji rolnictwa [15, 47]. Dlatego byłoby wskazane, aby programy przestrzennego zagospodarowania kraju uwzględniały m. in. kwestię urzeczywistniania w praktyce takich zadrzewień. Szkoda, że od czasów Dezyderego Chłapowskiego (połowa XIX wieku) tak mało w Polsce w związku z powyższym dokonano.

NIEKONWENCJONALNE SYSTEMY ROLNICTWA

R o l n i c t w o o r g a n i c z n e (biologiczne). Jest ono bezpiecziej-
sze dla środowiska niż rolnictwo tradycyjne, umożliwia ponadto uzyskanie wolnych
od skażeń chemicznych produktów rolniczych [36, 56]. Systemy takiego rolnictwa
opierają się na tworzeniu warunków dla biologicznego wiązania w glebie azotu atmo-
sferycznego, pełnym wykorzystaniu odpadów rolniczych dla zachowania żyzności gle-
by oraz stosowania biologicznych metod walki z chorobami i szkodnikami roślin. Du-
że znaczenie przywiązuje się do określonych płodozmianów. W RFN [16] oprócz na-
wożenia organicznego stosuje się surowe fosfority, kalimagnezję i nawozy wapniowe.
Łatwo rozpuszczalnych nawozów mineralnych nie stosuje się. Jest regułą, że upra-
wa roli jest płytka bez odwracania gleby. Nowman [38] uważa, że biologiczne meto-
dy nie zawsze są skuteczne w walce z patogenami roślin, co może stwarzać koniecz-
ność używania także pestycydów, ale w ramach zintegrowanej ochrony roślin.

Stosując organiczne systemy agrotechniki, rolnicy nie dążą do uzyskiwania ma-
ksymalnych plonów. Opłacalność produkcji osiągają w wyniku lepszej jakości ziemiop-
łodów, za które otrzymują o 20-30% większe ceny, a także wskutek mniejszego zapo-
trzebowania na energię i inne środki produkcji z zewnątrz gospodarstwa [23].

R o l n i c t w o b i o d y n a m i c z n e. Opiera się ono na podobnych
założeniach jak rolnictwo organiczne, a ponadto wymaga uwzględnienia przy reali-
zacji procesów produkcyjnych takich momentów, jak: rytmy biologiczne i kosmiczne w
przyrodzie, stymulacja i regulacja procesów życiowych poprzez stosowanie specjal-
nych preparatów biodynamicznych do gleby, nawozu i roślin, jedność między koncep-
cją świata a motywacją [Górny za Koefem, 15].

Systemy rolnictwa organicznego, a zwłaszcza biodynamicznego, w porównaniu z
rolnictwem konwencjonalnym są jednak mniej produktywne, komplikują znacznie pro-
cesy produkcyjne i wymagają m. in. większego wkładu pracy żywej. Dlatego też nie
wydaje się, aby systemy te były możliwe do stosowania na większą skalę w warun-
kach Polski. Zasługują one jednak na uwagę w strefach ochronnych wód przed skaże-
niem, a także przy gospodarowaniu na pracowniczych ogródkach działkowych i przydo-
mowych.

R o l n i c t w o e k o l o g i c z n e. To takie sposoby gospodarowania
na użytkach rolnych, które dążą do pozyskania możliwie dużych i dobrych jakości-
wo ziemiopłodów z jednostki powierzchni, przy racjonalnym wykorzystywaniu nowo-
czesnych środków produkcji. Bardzo istotne jest przy tym dbanie o odpowiedni kraj-
obraz rolniczy oraz ukierunkowanie procesów organizacyjnych i produkcyjnych w
całej gospodarce żywnościowej, aby prawdopodobieństwo skażenia środowiska przyrod-
niczego intensywną działalnością rolniczą było możliwie małe. Niektóre propozycje
agrotechniczne z tym związane przedstawiono wyżej. Idee i różne zagadnienia rol-
nictwa ekologicznego w Polsce prezentowane są w publikacjach Ruszkowskiego [45-

Niezbędne inwestycje i udoskonalenia organizacyjne. Nawet przy przestrzeganiu właściwych zasad agrotechnicznych w poszczególnych gospodarstwach intensywna gospodarka rolna może prowadzić do zakłóceń w środowisku przyrodniczym. Konieczne są również odpowiednie prace inwestycyjne, takie jak:

- przegrodzenie rzek, strumieni i rowów kaskadami w celu lepszego oczyszczenia biologicznego wody spływającej do rzek i jezior;
- obwałowanie brzegów rzek i jezior w celu ograniczenia bezpośredniego spływu powierzchniowego wody wraz z zanieczyszczeniami z użytków rolnych;
- zakładanie wzdłuż brzegów jezior plantacji wikliny i trzciny, gdyż takie plantacje dobrze wykorzystują nawozy spływające z pól i łąk;
- budowa oczyszczalni rolniczych ścieków komunalnych oraz ścieków z ferm hodowli zwierząt.

Niezbędne jest również zaplecze techniczne umożliwiające stosowanie zabiegów agrotechnicznych uwzględniających różne aspekty ochrony środowiska. Chodzi o zaopatrzenie rolników, na przykład w: siewniki do bezpośredniego siewu i taśmowego umieszczania nawozów w glebie, maszyny do pionowego matowania gleb, precyzyjne aparaty do stosowania pestycydów, biopreparaty do walki z patogenami roślin, wolno działające nawozy mineralne, inhibitory nitryfikacji, strukturotwórcze syntetyczne preparaty chroniące glebę przed erozją. Sytuacja pod tym względem w Polsce jest wysoce niezadowolająca, gdyż jest brak wymienionych maszyn i chemikalii, nawet do przeprowadzenia badań w mikroskali.

Najbardziej istotne wydają się następujące zagadnienia:

- przeprowadzenie badań mających na celu sprawdzenie przydatności rozwiązań agrotechnicznych stosowanych już w rolnictwie krajów zachodniej Europy i północnej Ameryki do warunków agroekologicznych w poszczególnych regionach Polski,
- zapewnienie lepszych warunków organizacyjnych i prawnych do współpracy pomiędzy placówkami naukowo-badawczymi a przedsiębiorstwami i instytucjami rolniczymi,
- dla rolników - praktyków i współpracującej z nimi służby rolnej zorganizowanie szkoleń uwzględniających ochronę środowiska w kontekście intensywnej działalności rolniczej,
- zapewnienie bodźców ekonomicznych i pomocy państwa przy realizacji odpowiednich wdrożeń (na przykład sprawa pasów polowych zadrzewień ochronnych, opłacalność produkcji w gospodarstwach położonych w obrębie stref ochronnych wód przed skażeniem).

Efekty rolnictwa ekologicznego są często trudno wymierne i ujawniają się zazwyczaj dopiero po wielu latach określonych metod gospodarowania. Wyłaniają się stąd zasadnicze trudności przy wdrażaniu tych metod do praktyki rolniczej. Aby

rolnictwo ekologiczne mogło się rzeczywiście rozwinąć w normalnych warunkach produkcyjnych, konieczna jest „przebudowa mentalności” nie tylko rolników - praktyków, ale przede wszystkim osób decydujących o życiu społecznym i gospodarczym kraju.

W licznych krajach intensywna gospodarka rolna prowadzona jest przy stosowaniu systemów i zabiegów agrotechnicznych zmniejszających prawdopodobieństwo zakłóceń w środowisku przyrodniczym. Należałoby dołożyć wszelkich starań, aby było to urzeczywistnione również w Polsce.

LITERATURA

1. Alisson F.: USDA Techn. Bull., 1199, 12-16, 1959.
2. Bacumer K., Bakermans W.: Adv. In Agron., 25, 78-123, 1973.
3. Big Farmer.: 50, 1, 26-28, 1978.
4. Bizik J.: Polnohospodarstwo, 22, 4, 321-333, 1976.
5. Blauchet R.: Bull. Franc. Etude Sol., 3, 147-154, 1978.
6. Boczek J., Byszkowski W.: Nowe Rol., 4, 8-10, 1974.
7. Boodt H.: Proc. Symp. Braunschweig., 1, 117-123, 1976.
8. Borowiec S., Skrzyczyński T.: Zesz. Nauk. AR Szczec., 12-18. 64, 1977.
9. Borowiec S.: Ocena strat składników nawozowych z gleb do wód drenarskich i rzecznych niziny szczecińskiej. Szczecin 1978.
10. Canell G., Weeks L.: Sgr. Lemi. Arig. Environm. Berlin, 238-256, 1979.
11. Cannel R.: Soil and Water Conservation News, 7, 2, 2-8, 1979.
12. Cooke G.: Fertilizing for maximum yield, 303-305, 1972.
13. Dudal R.: Int. Soil. Conserv. Coft., 3-12, 1980.
14. Gati F., Lazstify B.: Agrokemia as falajtan, 26, 1/2, 29-48, 1977.
15. Górny M.: Zasady rolnictwa biodynamicznego [W:] Rolnictwo ekologiczne, 40-59. PAN Poznań 1983.
16. Grosch P.: Kleine Reihe, 20, 16-22, 1980.
17. Hanne H., Kroutle W.: Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 41, 3, 326-567.
18. IUNG: Zalecenia agrotechniczne, ser. P(21), 48-70. 1981.
19. Jozefaciuk G.: Nowe Rol., 24, 9/10, 13-15, 1975.
20. Kamiński A.: Ekologia polska, ser. A, XV, 20, 425-442, 1967.
21. Karl-Heinz N.: Wiss. Z. Pad. Hochsch. K.F.W. Dresden 6, 3, 19-22, 1980.
22. Kemper H., Derpsch R.: Proc. Int. Soil. Rill. Res. Org. 8 th Conf. 1, 165-171, 1979.
23. Klett M.: Kleine Reihe, 21, 27-33, 1980.
24. Kryłowa A. J., Szwydko T. D.: Siel. Choz. za Rub., 2, 14-17, 1981.
25. Kubareva L. S., Mogindovid L. S.: Siel. Choz. za Rub., 4, 4-8, 1981.
26. Lawton K.: Agric. Food. Chem., 9, 4, 276-280, 1961.
27. Lisk D.: Adv. in Agron., 24, 267-325, 1972.
28. Łomkin M. M., Koczedajev V. M.: Siel. Choz. za Rub., 5, 12-17, 1982.
29. Mańczak H.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 217, 115-159, 1979.
30. Me Calla T., Army T.: Adv. in Agron., 13, 1-31, 1961.
31. Menz K., Sunquist W.: North Central. J. Agr. Econ., 5, 1, 65-72, 1983.
32. Melsted S.: Adv. in Agron., 6, 121-143, 1954.
33. Michael J., Blackard J.: Soil. Soc. Amer. J., 42, 3, 481-486, 1978.
34. Mills J.: Farmes Weekly, 62, 66-68, 1965.
35. Mizia G.: Monde Agricolo, 33, 10-11, 26-27, 1982.
36. Narcissow W. P., Zaikin W. N.: Siel. Choz. za Rub., 4, 2-4, 1984.
37. Nicholaichuk W., Grover K.: J. Environm. Gual., 12, 402-414, 1983.
38. Nowman J.: Stonchouse Bull. Biological Hus bandrg., 129-234, 1981.
39. Pfaff Z.: Z. Heker. 4. Pflanzenbau, 117, 1, 93-128, 1963.
40. Phillip R. et. al.: Science, 208, 1108-1113, 1980.
41. Pokrowskaja S. F.: Siel. Choz. za Rub., 5, 10-13, 1984.

42. Rauhe K., Trenner P.: *Archiv. Bodenfruchtbarkeit u. Pflanzprod.*, 15, 3, 1970.
43. Roberts F.: *J. Exp. Agr. a. Animal. Husb.*, 10, 43, 1970.
44. Ryszkowski L.: *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, z. 228, 29-50, 1979.
45. Ryszkowski L.: *Ekologizacja rolnictwa. [W:] Rolnictwo ekologiczne*, 5-13, PAN, Poznań 1983.
46. Ryszkowski L.: *Organiczne a ekologiczne rolnictwo. [W:] Rolnictwo ekologiczne*, 14-39. PAN, Poznań 1983.
47. Ryszkowski L.: *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 286, 17-44, 1984.
48. Sharma G.: *Scientia Horticulture*, 11, 107-129, 1979.
49. Scheffer F.: *Mitt. DLG.* 81, 14, 12, 1966.
50. Schwertmann U.: *Bayer. Landwirt. Jahrb.*, 58, 1, 75-79, 1981.
51. Songin W.: *Nowe Rol.*, 18, 18-19, 1969.
52. Songin W.: *Szczec. Tow. Nauk.*, 137-142, 1980.
53. Spomer R., Saxton K.: *J. Soil. Water Conserv.*, 28, 4, 168-171.
54. Spiva C.: *Solutions*, 24, 5, 14-24, 1980.
55. Stauffer R., Rust R.: *Agron. J.*, 46, 5, 5-6, 1954.
56. Steen E.: *Nord Jordbugst*, 61, 3, 574-579, 1979.
57. Szkonde E. J., Błagowieszczanskaja Z. K.: *Siel. Choz. za Rub.*, 1, 2-5, 1979.
58. Szkonde E. J., Błagowieszczanskaja Z. K.: *Siel. Choz. za Rub.*, 3, 2-6, 1979.
59. *Terra e vita*, 22, 10, 135-139, 1981.
60. Trefimov S. N.: *Siel. Choz. za Rub.*, 8, 7-11, 1984.
61. Wanin D. E., Maczawariani W. M.: *Siel. Choz. za Rub.*, 5, 13-14, 1980.
62. Wieza J.: *Archiv. Bodenfrucht. u. Pflanzenpr.*, 15, 2, 3-4, 1971.
63. Williams C.: *J. Austral. Inst. Agr., Sci.*, 43, 3-4. 99-109, 1977.
64. Williamson E., Kingsley Q.: *Cooper Extens. Serv. S., Dakota, Univ. USDA*, 1-4, 1974.
65. Witrichowski P. J.: *Siel. Choz. za Rub.*, 7, 7-11, 1984.
66. Wu T.: *J. Environm. Qual.*, 12, 330-336, 1983.