

TRENDY W PODNOSZENIU ŻYZNOŚCI GLEB, EFEKTY GOSPODAR- CZE I KONSEKWENCJE EUTROFIZACJI ŚRODOWISKA GLEBOWEGO W ROLNICTWIE I LEŚNICTWIE

Bolesław Smyk

Instytut Gleboznawstwa, Chemii Rolnej i Mikrobiologii AR, Kraków

Sposoby zdobywania żywności przez człowieka ulegały w ciągu wielu tysięcy lat stopniowej ewolucji.

Dane dostarczone nam przez paleontologię i paleobiologię dowodzą, że już około 600 000 lat temu zjawiał się „człowiek współczesny” (*homo sapiens*).

W zamierzonych czasach przedhistorycznych człowiek pierwotny, słaby liczebnie i nieuzbrojony w narzędzia, trudnił się zbieractwem tego — co mu w danej chwili dawała sama przyroda. Wynalazek ognia pozwolił na pierwsze sporządzanie produktów pochodzenia zwierzęcego i umożliwił „przejście” uprzedniego zbieracza w myśliwego i rybołówcę. Wiele wieków upłynęło zanim człowiek nauczył się oswajać niektóre zwierzęta, na które polował. Udomowienie zwierząt przypadające na czasy wczesnohistoryczne dało początek pasterstwu.

Dopiero zapoczątkowanie uprawy roślin zmusiło człowieka do trybu osiadłego.

W strefie leśnej Europy środkowej miało to osadnictwo charakter krótkotrwały. Po wypaleniu lasu człowiek uprawiał zboża (proso, jęczmień, pszenica, żyto) na użyźnionych popiołami glebach przez kilkanaście lat, a następnie porzucał je (wskutek utraty urodzajności) i przenosił się na inne tereny.

Ówczesny, tzw. „wypaleniskowy system uprawy ziemi” częściowo tylko zaopatrywał osiadłą ludność w produkty odżywcze (węglowodany). Niedobór białka uzupełniany był na drodze myślistwa. Obejmowanie nowych obszarów uprawnych następowało w miarę przyrostu ludności.

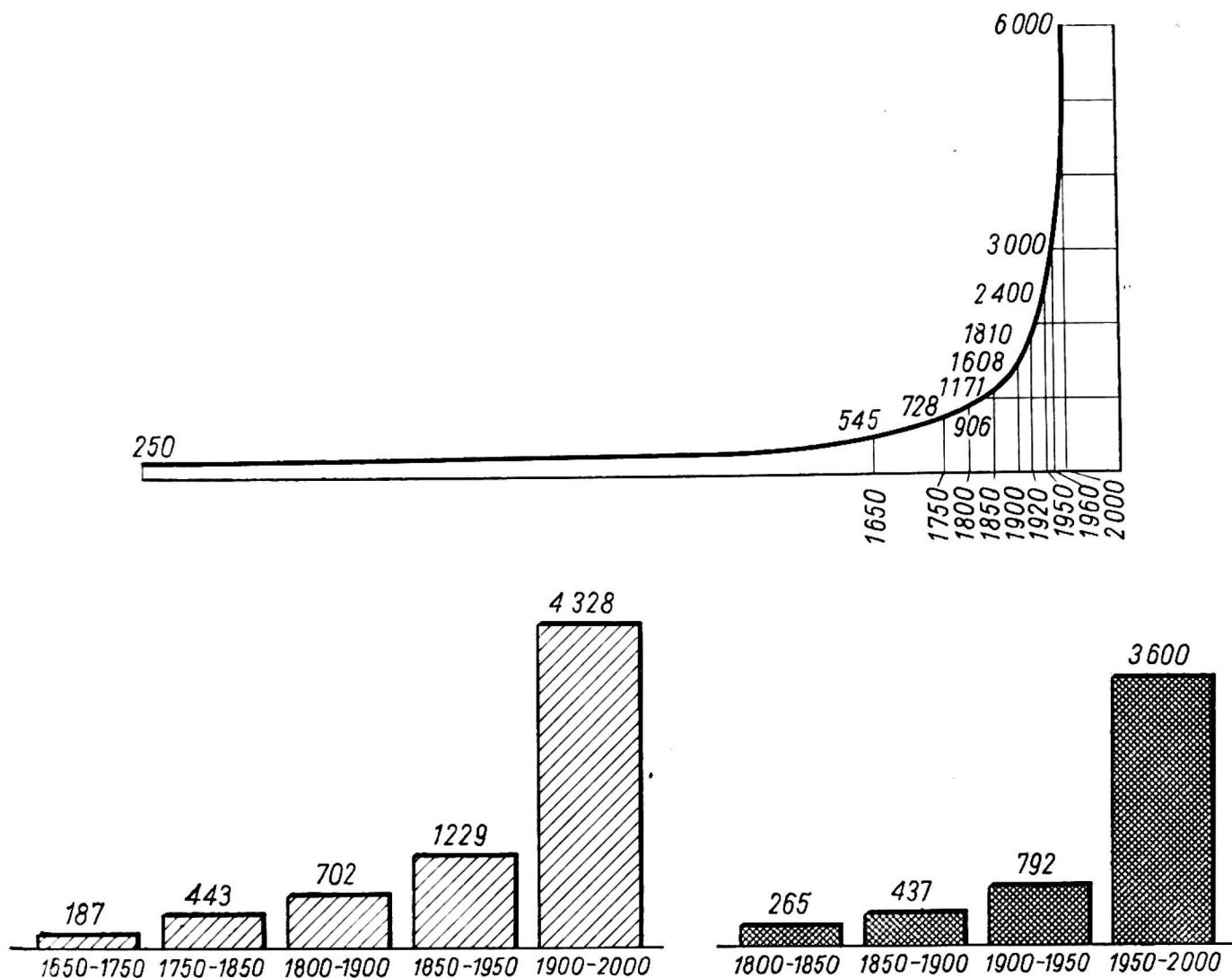
Myśliwy z paleolitu potrzebował około 1000 ha żeby wyżywić się; pasterz z neolitu — 10 ha; chłop w średniowieczu około 2/3 ha ziemi uprawnej; a współczesny rolnik japoński może się teraz utrzymać na 1/16 ha.

Produkcja płodów rolnych przybierała coraz to bardziej świadome formy; aż wreszcie w ostatnim stuleciu została oparta o naukowo-techniczne podstawy, umożliwiając jej olbrzymi wzrost.

STAN I PERSPEKTYWY PRZYROSTU LUDNOŚCI W CIĄGU NAJBLIŻSZYCH DZIESIĘCIOLECI

W 1970 r. liczba ludności świata przekroczyła 3,6 miliarda. Ludność świata zwiększa się obecnie corocznie o przeszło 70 milionów osób. Oznacza to, że co 3 lata liczba mieszkańców naszego globu zwiększa się o prawie całą ludność Stanów Zjednoczonych AP. To z kolei daje w efekcie przyrost dzienny wynoszący prawie 200 000 osób (1970); co oznacza w ciągu trzech dni przyrost równy ludności Krakowa, a w ciągu niespełna 7 dni — przyrost równy ludności Warszawy. Powyższe dane obrazują przyspieszenie wzrostu liczby ludności świata i uzasadniają powszechnie używany termin „eksplozja demograficzna XX wieku”

Stąd należy się liczyć w najbliższych latach ze znacznym wzrostem liczby ludności świata, która jeszcze przed rokiem 2000 przekroczy na pewno 6,6 miliardów (rys. 1); a więc co najmniej dwukrotną obecnego stanu, i to w czasie krótszym niż ten, który upłynął od pierwszej wojny światowej.



Rys. 1. Wzrost ludności świata od początków n.e. do 2000 lat. (wg U.N. Demographic Yearbook i Borgstrom, 1971)

Liczby te są wprawdzie hipotetyczne, ale opierają się na dokładnych badaniach rozwoju wyżu demograficznego w każdym kraju i na przejawianej tendencji wzrostu od początku ujawnienia się eksplozji demograficznej [2, 4, 5, 9, 17, 20].

Wyż demograficzny, burza, która zmieniła całkowicie równowagę sił na świecie

i która zagraża naszym możliwościom wyżywienia, zasłania wszystkie inne problemy. Dzielne spożycie żywności (wraz z napojami) wynosi obecnie na Ziemi około 10 miliardów kg. Dane te nie wymagają chyba żadnego komentarza.

Rolnictwo światowe stanęło więc na przedpolu „zielonej rewolucji” i czekają go arcyważne zadania: racjonalna i oparta na naukowych podstawach intensyfikacja produkcji pasz i żywności celem zapewnienia żywności (pokarmu) dla 6,6 miliardów ludzi.

„ZIELONA REWOLUCJA” BORLAUGA I BRZEMIEŃ 6 MILIARDÓW LUDNOŚCI

Aktualnie w użytkowaniu rolniczym znajduje się około 4400 milionów ha ziemi (tab. 1). W czasie ostatnich pięciu lat dokonał się znaczny postęp we wzroście produkcji pszenicy, ryżu i kukurydzy w wielu najgęściej zaludnionych krajach Azji Południowej, gdzie zaledwie pięć lat temu klęska głodu wydawała się być nieunikniona. Wspaniałe osiągnięcia dr N. Borlauga na polu hodowli intensywnych wysokoplennych odmian pszenic, ukoronowane nagrodą Nobla, przyczyniły się do skutecznego zwalczania głodu w krajach tropikalnych, a w pierwszym rzędzie w Meksyku, Indii, Pakistanie i na Filipinach. Plony innych ważnych zbóż, takich jak sorgo, proso, jęczmień polepszyły się tylko nieznacznie. Początki zaś znacznego postępu w tej produkcji zbóż notuje się również w innych krajach, do których zalicza się Afganistan, Cejlon, Indonezja, Kenia, Malaje, Maroko, Tunezja i Turcja (tab. 2).

Rolnictwo światowe wkracza więc w erę rewolucji naukowo-technicznej. Olbrzymia jeszcze większość ludności rolniczej świata prowadzi prymitywną gospodarkę rolną. Podniesienie produkcji w tych krajach jest zadaniem niezwykle

T a b e l a 1

Aktualny i potencjalny obszar gruntów rolniczych w mln ha standardowych*

	Aktualna powierzchnia gruntów rolniczych ¹	Potencjalny obszar gruntów rolniczych	W tym obszar o mo- żliwości uzyskania 2-krotnych zbiorów rocznie
Europa (bez ZSRR)	210	403	—
ZSRR	615	1109	—
USA i Kanada	493	1006	—
ChRL	287	409	40
Indie i Pakistan	215	305	45
Pozostała część Azji	397	791	464
Afryka	962	1555	732
Ameryka Łąnciska	626	1835	736
Oceania	504	268	60
Świat	4339	7680	2077

* Wg Colin Clark: *Population Growth and Land Use*. New York, 1967.

¹ W ha fizycznych wg danych FAO za rok 1967 (grunty orne, łąki i pastwiska).

Tabela 2

Wzrost produkcji światowej niektórych grup produktów
rolnych w mln t*

	1948-1952	1968	1968 1948-1952
Zboża ¹	496	984	198
Cukier	32	64	200
Owoce ²	38	77	203
Tłuszcze roślinne w jednostkach tłuszczo- wych	13	24	183
Mleko	261	392	150
Mięso ³	41	78	190
Jaja	8,8	16,0	182

* Dane zaczerpnięto z *The State of Food and Agriculture*, 1965, 1969.

¹ Pszenica, jęczmień, żyto, owies, kukurydza, ryż nieluszczoney.

² Jabłka, owoce cytrusowe i banany.

³ Wołowina, wieprzowina, baranina i drób.

ważnym dla FAO i innych organizacji międzynarodowych. Hasło „*Fiat panis*” jest wprowadzane w czyn.

Wydaje się, że dzięki zwiększeniu produkcji nawozów mineralnych i organicznych — można będzie uzyskać wyższe plony z ha. Jeżeli w 1967/68 światowe zużycie nawozów mineralnych wynosiło 53 milionów t NPK w czystym składniku (w tym 24,9 mln t N), to przewiduje się, że w roku 1972 zdolność produkcyjna nawozów mineralnych zwiększy się w rolnictwie do 80 mln t NPK.

Duże możliwości zwiększenia produkcji żywności tkwią w postępie biologicznym w rolnictwie (m. in. hodowla wysokoplennych roślin uprawnych, stosowanie szczepionek bakteryjnych jak nitragina, fosforobakteryna i in.), a także w zmniejszaniu strat, w postępie intelektualnym i technicznym ludności rolniczej itd. W przyszłości w miarę postępu wiedzy rolniczej wydajność gleby jeszcze wzrośnie i być może zostaną opracowane nowe technologie produkcji żywności na drodze mikrobiologicznej (wykorzystanie zarówno mikroorganizmów prokariotycznych, jak i eukariotycznych w zakresie syntezy białka i węglowodanów).

Mobilizacja mikroorganizmów w tym kierunku oraz hodowla grzybów jadalnych (m. in. *Agaricus bisporus* i wielu innych) przyczynić się może do zwiększenia globalnej ilości żywności w biosferze człowieka.

Czy jest to droga rozwoju wolna od ryzyka i niebezpieczeństw? Niewątpliwie działalność człowieka w przyrodzie doprowadziła już do daleko idących zmian w naturalnym środowisku przyrodniczym.

ZAKŁÓCENIE STOSUNKÓW WODNYCH W ŚRODOWISKACH GLEBOWYCH

Zakłócenie stosunków wodnych (melioracja, regulacje rzek itd., nadmierne czerpanie wód gruntowych dla celów nawadniania) może prowadzić do obniżenia poziomu lustra wody. Ale fakty tego rodzaju nie mogą być argumentem przeciw budowie systemów irygacyjnych i prowadzeniu prac melioracyjnych.

Melioracje, jak i również regulacja rzek są na pewno niezbędne w naszej gospodarce; muszą być jednak przeprowadzane z troską nie tylko o doraźne korzyści rolnictwa, ale również o zasoby wodne kraju. Wskazana jest tu wielka ostrożność w działaniu, gdyż naprawienie błędów niefortunnych melioracji nie jest rzeczą łatwą.

Racjonalne uregulowanie stosunków wodnych przyczynić się powinno do podniesienia produkcji rolniczej w wielu krajach naszego globu (Afryka, Azja, Australia itd.). Sytuacja w Polsce nie jest też jeszcze najlepsza zwłaszcza, że dysponujemy prawie w 60% glebami lekkimi (nie wszędzie też są uregulowane stosunki wodne).

W ostatnich latach coraz częściej stosowane są chemiczne środki ulepszające własności fizyczne gleb uprawnych (tzw. BVM — Bodenverbesserungsmitteln). Wspomniane syntetyczne preparaty chemiczne reprezentowane są przeważnie przez polimery o budowie liniowej, jak: krylium, solakrol; dalej różne związki syntetyczne oparte na bazie kwasów poliakrylowych (poliakrylany) oraz kopolimery oparte na bazie octanu winylu i kwasu maleinowego (np. Co-8; VAMA). Również ostatnio, zwłaszcza w krajach Europy Zachodniej, stosowane są w środowiskach glebowych o różnych własnościach fizycznych organiczne środki dyspersyjne i hydrofobizacyjne (m. in. alkohole alifatyczne o 10-20 atomach węgla).

Dzięki zastosowaniu tych preparatów uzyskano wyraźne zwyżki plonów w NRD, ZSRR i w USA (tab. 3).

Być może, że dzięki zastosowaniu wspomnianych naturalnych jak i syntetycznych preparatów ulepszających własności fizyczne gleb (np. bentonitu) można będzie ekonomiczniej gospodarować zapasami wody w glebach lekkich. W każdym bądź razie są to preparaty przyszłościowe o dużym znaczeniu dla rolnictwa światowego.

EROZJA GLEB

W warunkach naturalnych panuje najczęściej równowaga między zjawiskami erozji wodnej i powietrznej a procesami glebotwórczymi i biologicznymi zagospodarowanych gleb. Dzięki tej równowadze erozja nie prowadzi do degradacji gleb. Inaczej wygląda sytuacja na terenach objętych działalnością człowieka i to zarówno na terenach zagospodarowanych rolniczo, jak i na terenach leśnych. Na wspomnianych terenach procesy erozyjne zdobywają zdecydowaną przewagę nad procesami glebotwórczymi i gleby ulegają stopniowej degradacji. Ta nierozważna gospodarka ludzka doprowadziła już w minionych okresach do katastrofalnych strat na terenach Afryki, Azji (Chiny), Ameryki i innych kontynentów. Erozja gleb stanowi dziś poważne zagrożenie bytu człowieka na Ziemi.

Niejednokrotnie przyczyną erozji jest zagospodarowanie rolnicze takich terenów, których produktywność uwarunkowana jest istnieniem naturalnych biocenoz. Zniszczenie ich i stworzenie w ich miejsce agrocenoz kończy się zwykle klęską człowieka. Jednym z najważniejszych czynników sprzyjających erozji jest niszczenie naturalnej szaty roślinnej (trzebież lasów itp.).

Tabela 3

Wpływ polimerów liniowych i organicznych środków dyspersyjnych na plonowanie roślin uprawnych*

Lp.	Nazwa handlowa preparatu	Gleba	Roślina	Zwyżka plonu %	Według autorów
1.	Nitryl poliakrylu	glina lekka	jęczmień	50	Mosolova, 1970
2.	Amid poliakrylu	glina lekka	jęczmień	281	Mosolova, 1970
3.	Amid poliakrylu	glina ciężka	sałata	22	Statnov i Čerbakova, 1964
4.	Amid poliakrylu	glina ciężka	owies	32	Statnov i Čerbakova, 1964
5.	Amid poliakrylu	czarnoziem	kukurydza	18	Krupenikov i Rogorska-ja, 1965
6.	K-4		bawełna	15	Achmedov, 1965
7.	K-4		kukurydza	22	Rogovskaja i Machlin, 1965
8.	Kryllium	glina ciężka	kukurydza	32	Statnov i Čerbakova, 1965
9.	Kryllium	glina ciężka	owies	33	Statnov i Čerbakova, 1964
10.	Rohagit	glina	pszenica ozima	4,4	Czeratzki, 1959
11.	Kopolimer (Co-8)	czarnoziem	kukurydza	40	Krupenikov i Rogorska-ja, 1965
12.	VAMA	glina lekka	lucerna	15	De Leenheer, 1959
13.	VAMA	glina lekka	len	7-11	De Leenheer, 1959
14.	VAMA	glina lekka	buraki cukrowe	13	Bolton i Aylesworth, 1968

* Wg Lehfeldt J. i in.: *Wirkprinzipien u. Anwendungsverfahren von Bodenverbesserungsmitteln zur Verbesserung physikalischer Bodeneigenschaften*, Arch. Acker-u. Pflanzenbau u. Bodenkd., 16,4/5, 281-300, 1972.

Lasy są przecież znanym zbiornikiem retencyjnym wody. Bezmyślne niszczenie naturalnej szaty roślinnej niewątpliwie doprowadza do daleko idących zniszczeń w glebach i biocenozach (degradacja morfologiczna gleb — niszczenie biocenozy). Likwidacja lasów wiąże się bowiem ze zmianami w reżimie wodnym (spotęgowanym przez regulację rzek i osuszanie terenów bagiennych), jak również z wprowadzeniem na wielkie obszary nowych zupełnie roślin — roślin uprawnych. A więc funkcje klimatyczne, wodochronne, krajobrazowe, rekreacyjne lasu — posiadające zasadniczą doniosłość w kształtowaniu naturalnego środowiska człowieka — ulegają szybkiej degradacji.

INTENSYWNY ILOŚCIOWY WZROST PLONÓW

Pewne obniżenie się zawartości białka w wysokoplennych odmianach zbóż — nie może podważać postępu biologicznego w hodowli roślin (krzyżowanie rekombinacyjne, metody selekcji mieszańców).

Przykład hodowli meksykańsko-indyjskiej i wspaniałe osiągnięcia dr Borlauga

i jego zespołu stanowią wymowny dowód twierdzenia, że dalecy jeszcze jesteśmy od osiągnięcia granicy skuteczności metody rekombinacyjnej w hodowli zbóż.

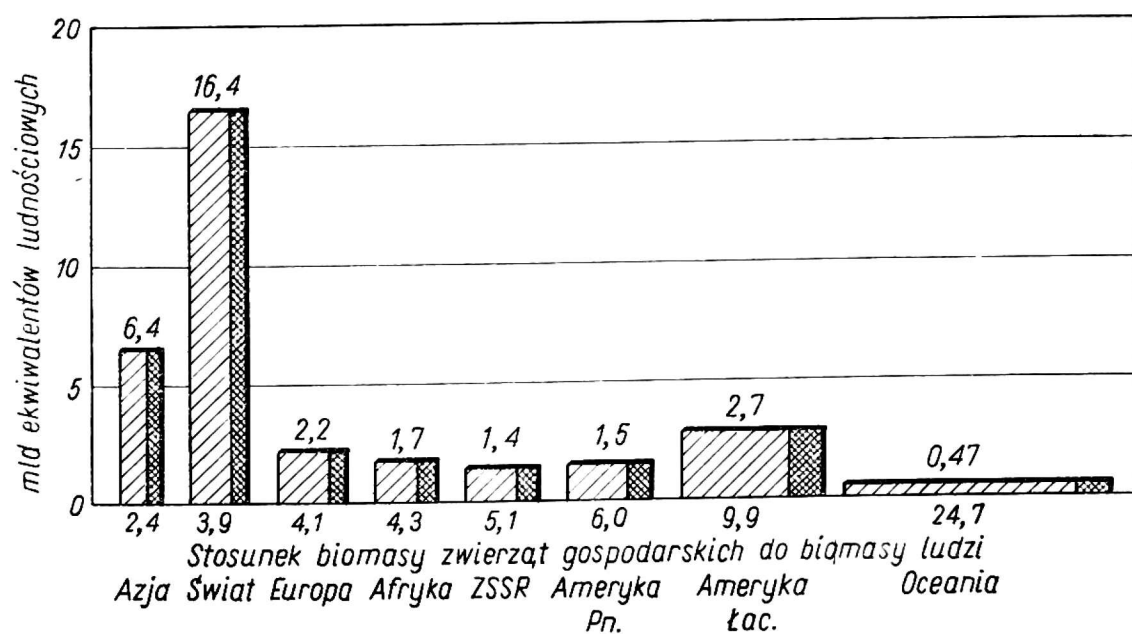
Wyhodowanie wysokoplennych odmian ryżu i pszenicy niewątpliwie posiada już i będzie posiadać wzrastające znaczenie dla licznych społeczeństw Ameryki Południowej i Azji. Dla wielu z nich ryż stanowi główne źródło zarówno kalorii jak i białka.

W 1967 r. przeciętny plon ryżu w Oceanii wynosił 58,5 q/ha, w Południowej Ameryce — 51 q/ha i w Europie Południowej 48,2 q/ha. Międzynarodowy Instytut Ryżowy w Los Banos (Filipiny) osiągnął w ciągu roku 1970 zbiory ryżu w wysokości 180 q/ha (3-krotny zbiór rocznie), czyli 10-krotnie więcej niż wynosi przeciętny plon w regionie Dalekiego Wschodu.

Meksykańskie odmiany pszenicy dawały przeciętny plon w 1950 r. w wysokości 8 q/ha. Obecnie uzyskane odmiany i wprowadzone do produkcji rolniczej w Meksyku i w Indii dają przeciętnie 60 q/ha (przy jednym zbiorze w ciągu roku, a w niektórych regionach Kenii, Indii czy też wreszcie Meksyku normalne żniwa odbywają się 2-krotnie w ciągu roku). W ostatnich 3 latach, te właśnie odmiany — intensywnie upowszechnione w wielu krajach rozwijających się — zdają się zapowiadać rozwiązanie problemu zbożowego.

Zagadnienia związane z hodowlą intensywnych odmian pszenicy w Polsce zostały przedstawione w artykułach prof. dr Ruebenbauera i dr Wolskiego na łamach „Postępów Nauk Rolniczych” (4/1971 i 3/1972). Odrębne warunki klimatyczne Polski (głównie w zakresie gospodarki wodnej) nie pozwalają na wprowadzenie tych odmian do powszechnej uprawy.

Niedobór białka stanowi obecnie największe niebezpieczeństwo zagrażające wyżywieniu wzrastającej liczby ludności świata (rys. 2).



Rys. 2. Stosunek między ludnością i biomasa zwierząt gospodarskich na poszczególnych kontynentach w latach 1965-1966. Liczby nad słupkami oznaczają całkowitą biomasa (ludność + zwierzęta gospodarskie) w mld ekwiwalentów ludnościowych.

Przeciętny stosunek biomasy zwierząt gospodarskich do biomasy ludzi dla całego świata wynosi 3,9. Odpowiedni wskaźnik dla przeludnionej Azji jest znacznie niższy. Ten sam wskaźnik dla Europy, również przeludnionej, jest zbliżony do średniej światowej dzięki masowemu importowi pasz (wg Borgstroma, 1971).

Godny najwyższego ubolewania jest fakt, że wzrost plonów osiągnięto w dużym stopniu kosztem ich jakości. Dotyczy to właśnie zawartości białka. Pod tym właśnie względem jakość plonów pogorszyła się w wielu wypadkach [4, 5, 6, 14, 17].

W plonach zarówno zbóż, jak i ziemniaków oraz roślin korzeniowych osiągnięto wzrost zawartości węglowodanów, natomiast zawartość białka na ogół spadła, mimo że plon z jednostki powierzchni utrzymał się na tym samym poziomie lub nawet wzrósł. Tendencja ta stała się szczególnie niebezpieczna, gdy zawartość białka spada poniżej poziomu uznanego z punktu higieny żywienia na minimalny.

W tej sytuacji do aktualnej produkcji pszenicy i kukurydzy w USA trzeba byłoby dodać w charakterze uzupełnienia mniej więcej dwie trzecie obecnej produkcji soi w tym kraju po to jedynie, aby doprowadzić zawartość białka w ziarnie wspomnianych dwóch roślin do poziomu notowanego powszechnie zaledwie 25 lat temu. Wspomniane Stany Zjednoczone zawdzięczają w pewnym stopniu swe wysokie — często nawet wyższe niż kiedykolwiek przedtem — plony pszenicy w okresie powojennym nowym odmianom, których większość charakteryzuje się zawartością białka w ziarnie mniejszą o ok. 20-25% w porównaniu z analogicznymi wskaźnikami dla pszenic uprawianych w końcowym okresie II wojny światowej. Podobnie w wielu innych przypadkach — wzrost plonów — którym chlubi się nowoczesne rolnictwo, został osiągnięty kosztem ich jakości [4]. Dodatkowo komplikuje sprawę fakt, że uzyskiwane w przyroście plonów białko jest w większości przypadków gorsze od białka „normalnego” pod względem zawartości aminokwasów (skład ilościowy i jakościowy aminokwasów). Uzyskane wyniki plonów dotyczą przeważnie skrobi.

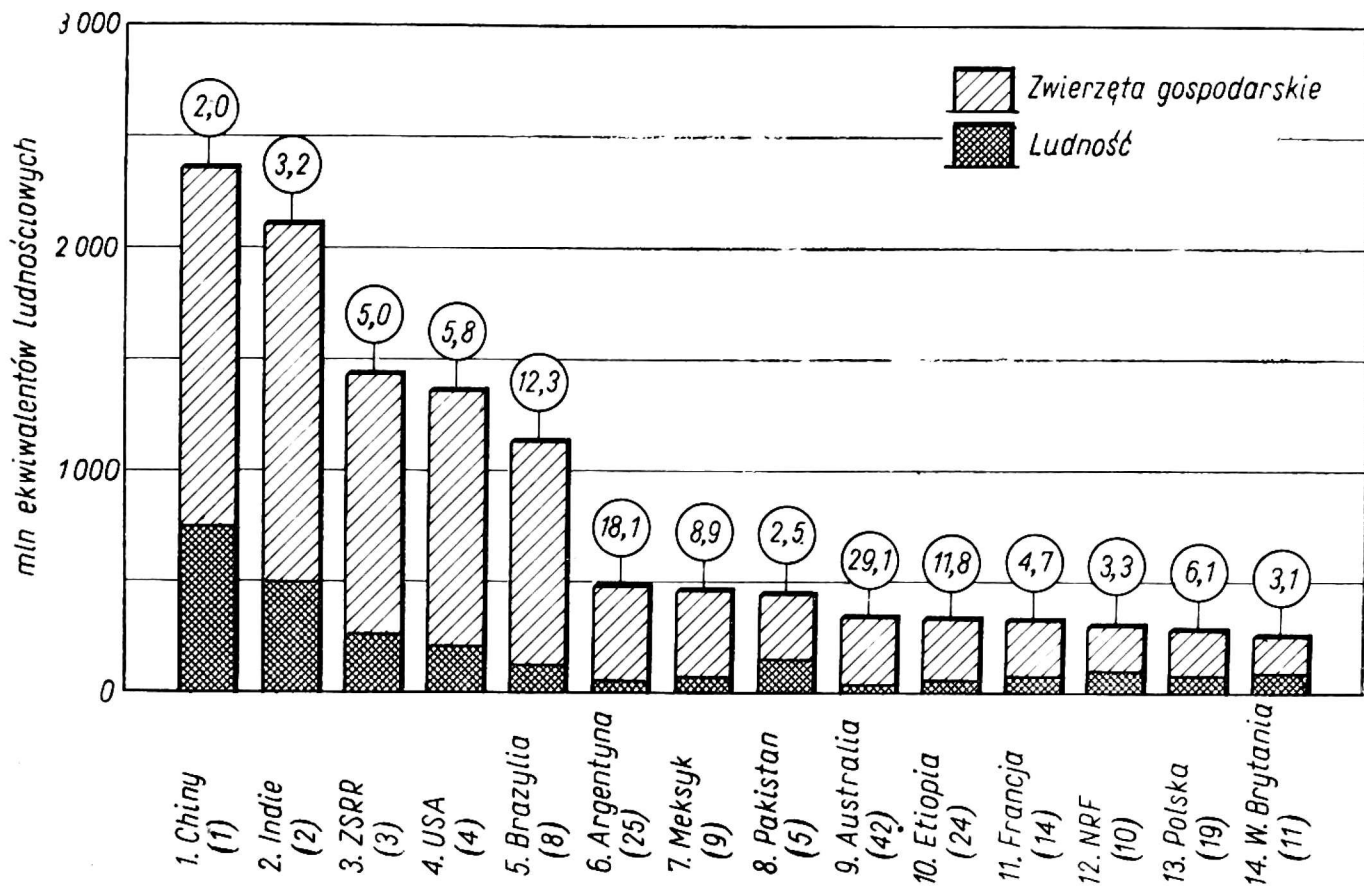
W większości krajów, które przeżywają tę rzekomą „zieloną rewolucję” deficyt białka doszedł już do krytycznego poziomu, a jego zawartość w pożywieniu zbliża się do minimum wynoszącego 12% lub jest od niego niższa.

Tymczasem krajom tym przede wszystkim potrzebne jest zwiększenie powierzchni uprawy roślin strączkowych, orzeszków ziemnych i innych, aby mogły one ograniczyć występowanie niepokojącego zjawiska głodu białkowego (rys. 3, 4 i 5).

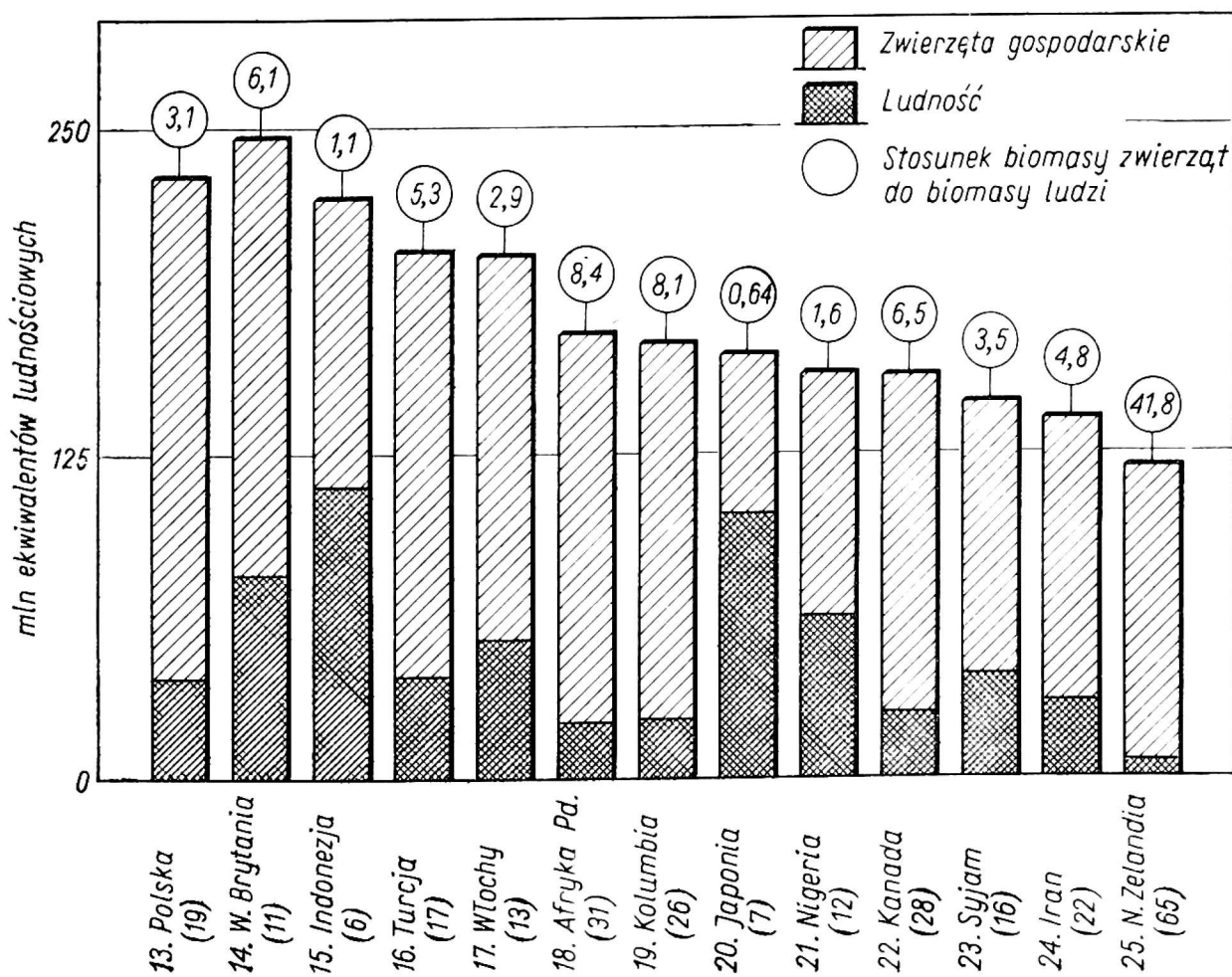
BILANS AZOTU I BIAŁKA

Według oficjalnych danych FAO, rolnictwo potrzebuje rocznie około 125 mln t azotu na pokrycie zapotrzebowania na produkcję pasz i żywności. Ta olbrzymia ilość azotu pokrywana jest azotem atmosferycznym, dzięki działalności mikroorganizmów glebowych, i azotem mineralnym produkowanym na drodze syntezy chemicznej (tab. 4). Obecnie rolnictwo światowe zużywa ok. 30 mln t azotu rocznie (w postaci nawozów mineralnych wg danych za lata 1970/1971). Dlatego też tak fundamentalne znaczenie ma bilans azotowy gleb.

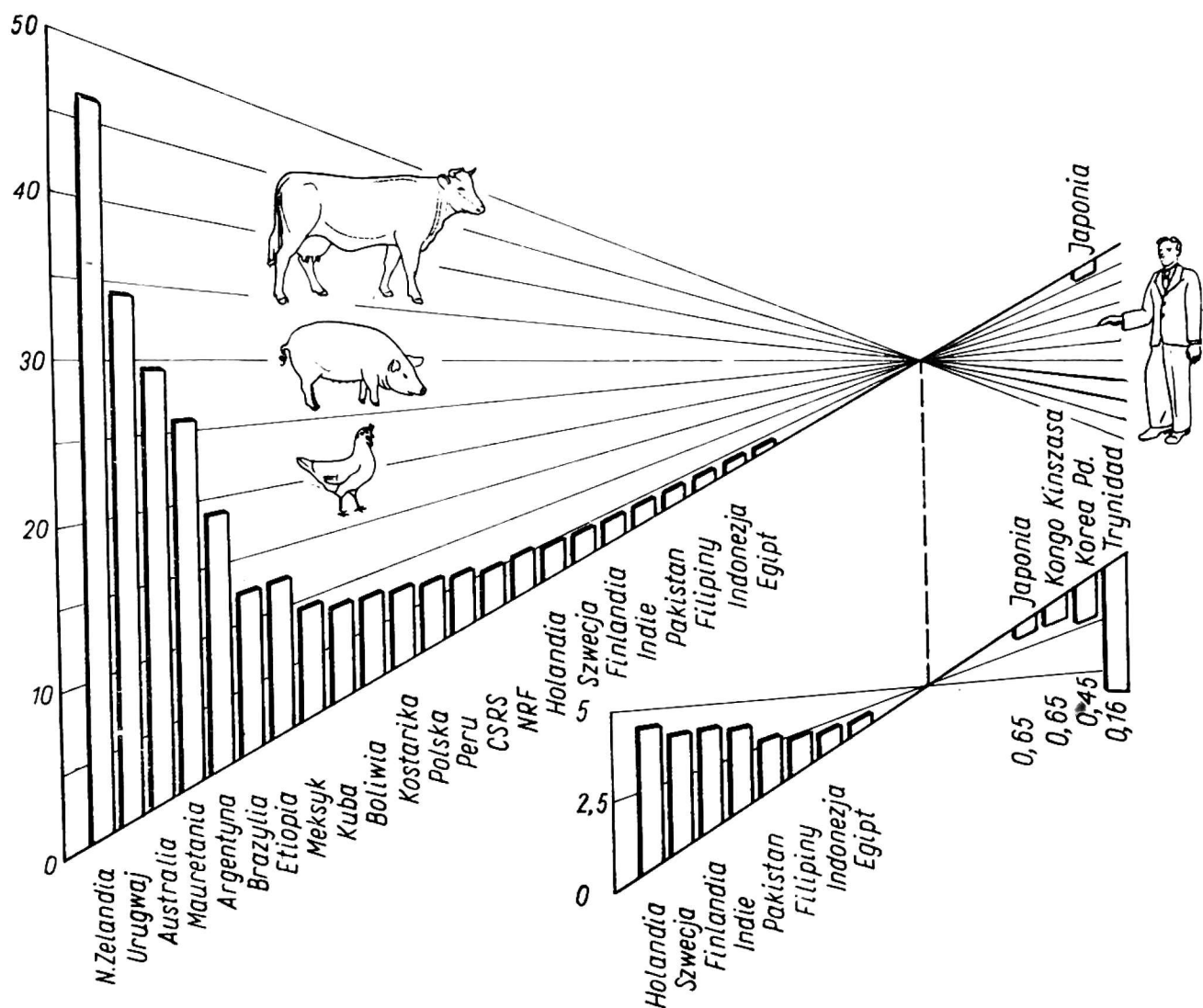
Pomimo imponujących osiągnięć przemysłu nawozów azotowych, wolno żyjące i symbiotyczne bakterie asymilujące azot atmosferyczny z powietrza oraz inne naturalne źródła azotu mają pośrednio i bezpośrednio największy udział



Rys. 3. Biologiczna klasyfikacja największych krajów w porównaniu z Polską w 1965 r. Liczby w nawiasach oznaczają miejsce zajmowane przez dany kraj w świecie pod względem tradycyjnej gęstości zaludnienia w ujęciu rolniczym. Liczby w kółkach oznaczają stosunek biomasy zwierząt gospodarskich do biomasy ludzi.



Rys. 4. Biologiczna klasyfikacja krajów średnich rozmiarów w 1965 r. Liczby w nawiasach oznaczają miejsce zajmowane przez dany kraj pod względem tradycyjnej gęstości zaludnienia w ujęciu rolniczym (wg Borgstroma, 1971).



Rys. 5. Stosunek biomasy zwierząt gospodarskich do biomasy ludzi w różnych krajach w latach 1963-1965

Tabela 4
Światowa produkcja nawozów azotowych w tys. t N*

Regiony produkcji	Produkcja w latach		
	1967/ /1968	1968/ /1969	1969/ /1970
Europa:			
Zachodnia	7,517	8,117	9,114
Wschodnia	5,680	6,863	7,854
Ameryka:			
Północna	6,803	6,987	7,430
Centralna	320	343	459
Południowa	211	243	292
Afryka	252	286	496
Azja:			
Japonia	2,053	2,103	2,450
Inne kraje	2,099	2,543	2,913
Australia	55	95	220
Łącznie produkcja światowa	24,990	27,580	31,228

* Wg Ir. H. van der Molen: *Netherlands nitrogen fertilizer industry (CSV)*, The Hague, 1971.

w „produkcji” tego pierwiastka na potrzeby syntezy białka roślinnego. To biologiczne wiązanie azotu atmosferycznego ma olbrzymie znaczenie w bilansie połączeń azotu w przyrodzie w ogóle, a w produkcji pasz i żywności w szczególności.

Z obliczeń biochemika hinduskiego N. R. Dhar'a z FAO wynika, że corocznie potrzebujemy w skali światowej (niezależnie od produkcji nawozów mineralnych) ok. 100 000 000 t azotu na produkcję pasz i żywności. Ilość ta jest dostarczana rolnictwu przez mikroorganizmy asymilujące azot atmosferyczny z powietrza. Te arcyważne przyrodniczo i rolniczo procesy są więc rezultatem działalności biochemicznej różnych grup fizjologicznych mikroorganizmów glebowych. Niestety, mimo wspaniałych osiągnięć współczesnej mikrobiologii, chemizacja rolnictwa (pestycydy) działa destruktywnie na aktywność biochemiczną mikroorganizmów glebowych [1, 6, 11—13, 15, 17]. Powstają więc olbrzymie straty w bilansie azotu w przyrodzie i w rolnictwie [11—13, 15, 18].

T a b e l a 5

Bilans białka spożywanego przez ludność świata w latach 1970/1971 w mln t*

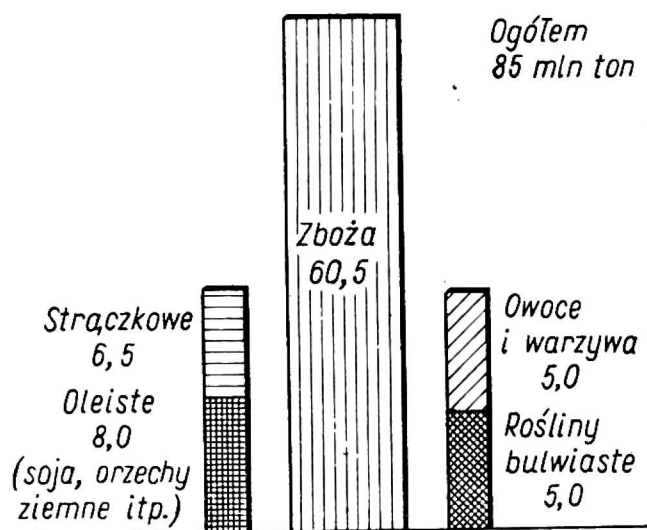
	Białko spożywane bezpośrednio przez ludność świata	Białko pierwotne zużyte w procesie produkcji (naturalnej syntezy) poszczególnych form białka spożywczego
Białko roślinne	90	90
Białko zwierzęce		
produkowane w rolnictwie	30	210
produkowane w naturalnych zbiornikach wodnych		1,715
w postaci białka spożywczego	3,4	1,700
białka paszowego (mączka rybna)	2,1	15
Białko uzyskane w postaci światowego zbioru		
pszenicy	32,0	
ryżu	17,1	

Wg danych FAO — *Nutrition Division, Protein intakes, consumption perspectives and factors responsible for dietary inequalities*, PAG Bull. 13,2,1,1972.

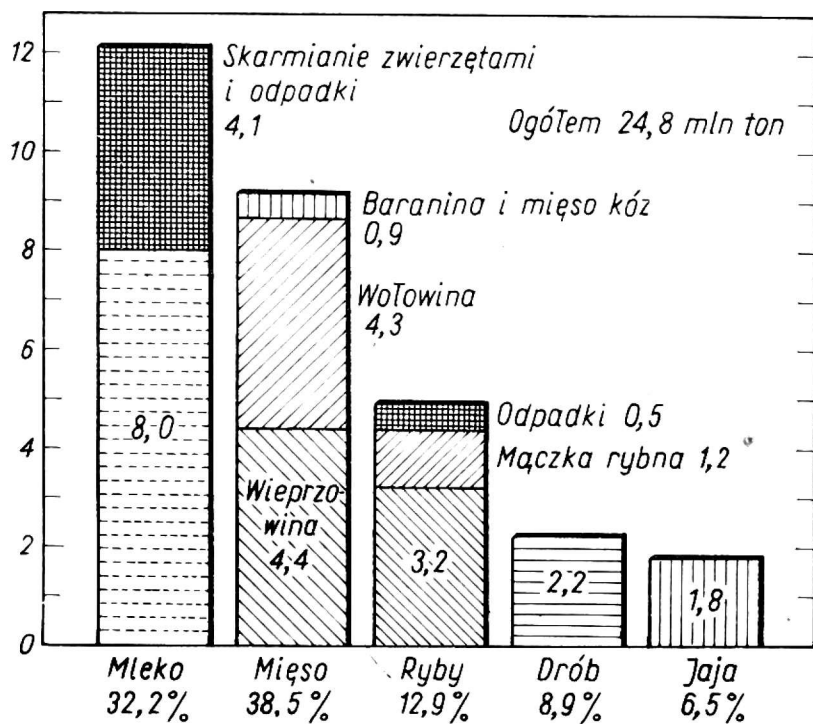
Gospodarka światowa zużywa obecnie 120 mln t białka roślinnego i zwierzęcego w postaci produktów rolnych (tab. 5, rys. 6 i 7). Jeśli przeliczyć to na białko pierwotne, stosując dla białka zwierzęcego współczynnik przeliczeniowy równy 7, otrzymamy około 300 mln t białka roślinnego wyprodukowanego na lądzie.

Oznacza to, że sztucznie dodawany azot powinien teoretycznie umożliwić pokrycie przeszło $\frac{2}{5}$ światowego zapotrzebowania na białko produkowane w rolnictwie, w rzeczywistości jednak — jak zaznaczono wyżej — azotowe nawozy mineralne pozwalają zaopatrzyć w białko niewiele więcej niż $\frac{1}{5}$ ludności świata [4].

Znaczną część azotu trzeba spisać na straty będące skutkiem procesu denitryfikacji w glebie, inne straty związane są z procesem wymywania azotu i jego



Rys. 6. Białko roślinne spożywane przez ludzkość w ciągu roku w latach 1965 - 1966 w mln ton (wg Borgstroma, 1971).



Rys. 7. Białko zwierzęce spożywane przez ludzkość w ciągu roku w latach 1963 - 1965 w mln ton (wg Borgstroma, 1971).

biologicznej transformacji w środowisku glebowym [15, 18]. Wprowadzone ostatnio przez przemysł agrochemiczny USA preparaty „N—serve” zapobiegają stratom azotu w glebie (hamują proces nityfikacji oraz zapobiegają denityfikacji) i przyczyniają się do wyraźnej zwyżki plonów w granicach od 30-40% (Haber, Murray, Conn, 1969).

Ograniczone ramy niniejszego referatu nie pozwalają na szersze przeanalizowanie zagadnień związanych z bilansem azotu i jego metabolizmem w środowisku glebowym (m. in. bardzo istotny jest wpływ stosowania wysokich dawek azotu na jakość roślin uprawnych i użytków zielonych) oraz na pełną ocenę aktualnego i perspektywicznego potencjału żywnościowego świata [9, 18, 19, 20].

PROBLEMY ZWIĄZANE Z UTRZYMANIEM RÓWNOWAGI BIOLOGICZNEJ NA TLE WSPÓŁCZESNYCH TRENDÓW INTENSYFIKACJI ROLNICTWA

Rozpatrując wpływ intensyfikacji rolnictwa na żyzność i produktywność biologiczną gleb uprawnych, nie wolno nam zapominać o przyrodniczych skutkach tej intensyfikacji. Niewątpliwie należy dążyć do zwiększenia plonów w rolnictwie, jest to przecież arcyważny postulat postawiony przez ludzkość naszego globu rolnictwu doby dzisiejszej i najbliższego jutra. Ale nie wolno nam zapominać o tym, że gleba nie jest tworem martwym, pojęciem geologicznym, lecz tworzy swoisty układ bio-organo-mineralny, w którym tkwi życie.

Badania lat ostatnich z zakresu ekologii i synekologii drobnoustrojów glebowych dowodzą, że jednym z podstawowych czynników decydujących o żyzności gleb są właśnie drobnoustroje, które wraz z szatą roślinną, określają zarówno kierunek i charakter procesów glebotwórczych, jak i całość podstawowych przemian związanych z żyznością i właściwościami fizykochemicznymi gleb. Urodzajne, żyzne gleby zawierają w 1 g setki milionów, a niejednokrotnie miliardy samych tylko bakterii. W powierzchniowej warstwie ornej żyznych gleb ciężar masy bakterii ocenia się na 5-15 t/ha. Cała ta masa żywych organizmów stanowi olbrzymi, niezwykle czynny pod względem metabolicznym mechanizm, przerabiający ogromne ilości rozmaitych substancji organicznych i mineralnych. Biorą też udział w asymilacji azotu i syntezie różnych substancji biologicznie czynnych (aminokwasy, witaminy, antybiotyki, toksyny itp.).

Współpraca drobnoustrojów i roślin wyższych doprowadza glebę do pewnego optymalnego stanu równowagi biologicznej, którą zakłóca każdy nowy dopływ substancji chemicznej lub gwałtowna zmiana warunków fizykochemicznych środowiska.

Utrzymanie więc gleb uprawnych (agrocenoz) w ich optymalnym stanie równowagi biologicznej powinno być naczelnym hasłem intensyfikacji rolnictwa, ogrodnictwa i leśnictwa.

Mobilizacja nauk przyrodniczych (mikrobiologia, ekologia, chemia rolna, ochrona gleb i roślin) w zakresie pełnego poznania oddziaływania głównych czynników intensyfikacji rolnictwa (m. in. chemizacja i mechanizacja rolnictwa, oddziaływanie przemysłu itp.) wydaje się być kamieniem węgielnym wszystkich poczynań agrotechnicznych i leśnych zmierzających do zwiększenia produkcji pasz i żywności. Ustalenie ważniejszych źródeł zagrożenia środowiska glebowego i sposobów ich eliminowania winno być przedmiotem specjalnych studiów odpowiednich placówek naukowo-badawczych PAN i wyższych uczelni rolniczych.

PRZYRODNICZE SKUTKI CHEMIZACJI ROLNICTWA I LEŚNICTWA

Oddziaływanie człowieka na przyrodę przejawia się przeważnie głębokimi zmianami równowagi biocenotycznej. Wprowadzenie roślin uprawnych pociągnęło zaburzenia stanu pierwotnego. Spowodowało to z jednej strony przerzedzenie, a nawet całkowite wygaśnięcie dużej liczby gatunków roślinnych i zwierzęcych,

z drugiej zaś, rozwój innych gatunków, z których wiele stało się szkodnikami lub pasożytami upraw.

Dla przywrócenia równowagi i opanowania inwazji szkodników wprowadzono sztuczne środki ich zwalczania, czerpiąc je z potężnego arsenału współczesnej chemii pestycydów (insektycydy, fungicydy, herbicydy itd.). W 1962 r. zarejestrowano w samych tylko Stanach Zjednoczonych 9444 różnych pestycydów, noszących odrębne nazwy handlowe, a co roku rejestruje się dalsze nowe środki. Pestycydy zużyte w 1970 r. w rolnictwie USA osiągnęły wartość 850 mln dolarów. Corocznie rozpyła się 225 mln kg pestycydów na ok. 50 mln ha (wg danych FAO za rok 1970). Ameryka Północna stoi na czele państw stosujących jeszcze walkę chemiczną, ale wiele innych państw, szczególnie w Europie Zachodniej, znajduje się tuż za nią.

Bez wątpienia ludzkość zawdzięcza dużo pestycydom, zwłaszcza preparatom owadobójczym. Środki te pozwoliły na znaczne zmniejszenie szkód na polach uprawnych na całym świecie, osiągnięcie szczególnie ważne, gdy się weźmie pod uwagę niedostatek żywnościowy na który cierpi dzisiejszy świat. Co więcej, spowodowały one wyeliminowanie lub poważne ograniczenie niektórych chorób, zwłaszcza malarii (m. in. w Brazylii, Indii i na Filipinach). Użycie syntetycznych pestycydów jest niewątpliwym postępem w obronnej walce ludzkości o zachowanie zdrowia i o żywność. Samo założenie walki ze szkodnikami pozostanie zawsze aktualne i ważne.

Jednakże stosowanie tych środków stworzyło okazję do fatalnych nadużyć w stosunku do przyrody, jako naturalnego środowiska bytu człowieka. Działanie tych substancji toksycznych daje się już odczuć w całej przyrodzie, począwszy od gleb, wód, a skończywszy na człowieku. Nadużywanie pestycydów wywołuje zatrucie naturalnych lub sztucznych biocenoz z czego zaczynamy dopiero teraz zdawać sobie sprawę.

Człowiek dumny ze swych odkryć, ze zdobyczy chemii i techniki, uwierzył, że może rozprzestrzeniać dowolnie te substancje w przyrodzie i wyeliminować w ten sposób szkodniki niczego nie ryzykując. Tymczasem chodzi tu o bardzo aktywne trucizny, zdolne do spowodowania poważnych zakłóceń równowagi biologicznej w przyrodzie (tab. 4, 7, 8).

Znane i stosowane dziś środki owadobójcze nie są zbyt selektywne w swoim działaniu i zabijają zarówno szkodliwe (np. mucha Tse-tse), jak i pożyteczne owady (np. pszczoły); co więcej — są przeważnie toksyczne dla innych zwierząt, szczególnie dla kręgowców zmiennocieplnych, a nawet dla ptaków i ssaków, a więc i dla człowieka [4, 14]. Książka R. Carson *Silent Spring*, zwracając uwagę na liczne zatrucia substancjami chemicznymi (pestycydy) biocenoz w ekosystemach lądowych i wodnych (zniszczenie w USA i w Kanadzie 2/3 stanu łososia i wielu milionów pstrągów) zaniepokoiła światową opinię publiczną. Jest rzeczą niewątpliwą, że nadużywanie pestycydów i in. preparatów fitochemoterapeutycznych spowodowało już nieobliczalne szkody pod względem biologicznym w biosferze. Potępić bowiem trzeba tylko nadużywanie — rozsądnego i właściwego stosowania nie można chyba ze względów ekonomicznych kwestionować. Nad-

Tabela 6

Czasokres zalegania niektórych pestycydów w środowisku glebowym

Związek	Stosowana dawka*	Okres zalegania	Według autorów
Aldrin		ponad 9 lat	Wilkinson, 1964
Atrazyn	2 lb/akr	17 miesięcy	Talbert et. al. 1964
Chlordan	25 lb/akr	ponad 12 lat	Lichtenstein, 1959
DDT	10 lb/akr	ponad 10 lat	Clore et. al., 1961
Dieldrin	100 ppm	ponad 6 lat	Westlake, 1960
Diuron	2 lb/akr	ponad 15 mies.	Weldon, 1961
HCH	12 lb/akr	ponad 11 lat	Licht., 1951
Monuron	20 lb/akr	3 lata	Birk, 1955
PCP		ponad 5 lat	Hetrick, 1952
Simazin	2 lb/akr	ponad 17 mies.	Talbert, 1964
2, 3, 6-TBA	1-8 lb/akr	ponad 18 mies.	Dowler, 1963
TMTD	50 ppm	ponad 2 mies.	Richardson, 1954
Toxafen	140 ppm	ponad 6 lat	Westlake, 1960
Trytion		ponad 6 mies.	Mulla et. al., 1961
Vapam		1 godzina	Gray, 1962
Zineb		ponad 75 dni	Domsch, 1958
Ziram		ponad 35 dni	Domsch, 1958

* 1b = 453,59 g; 1 akr = 4046,85 m²; ppm = części na milion (np. mikrogram = 1.10⁻⁶ g).

Tabela 7

Wpływ pestycydów jako inhibitorów procesów mikrobiologicznych na uzdolnienia biochemiczne bakterii glebowych*

Hamujące oddziaływanie na procesy biochemiczne¹

respiracja	nitryfikacja	brodawkowanie	mineralizacja azotu
Amitrol (5)	Arsenit (500)	Aldrin (50)	Chlordan (1000)
Chlordan (1000)	CDAA (12)	HCH (12,5)	DD (11)
CIPC (50)	CDEC (12)	Heptachlor (100)	EDB (11)
DD (3500)	Chlordan (50)		HCH (1000)
DDT (12,5)	CIPC (12)		Bromek metylu (435)
Diazinon (40)	DNPD (10)		
EDB (7600)	2,4-D (50)		
Dieldrin (100)	Dalapon (150)		
EPTC (50)	DDT (50)		
HCH (1000)	EPTC (50)		
IPC (10)	HCH (20)		
Metoksychlor (100)	IPC (25)		
Mylon (150)	Monuron (25)		
Nabam (100)	Mylon (150)		
Toksafen (60)	Nabam (100)		
	PCP (5)		
	Toksafen (60)		
	Vapam (75)		

* Wg M. Aleksander: *Microbial degradation and biological effects of pesticides in soil*, 1969.

¹ Stężenia niszczące aktywność biochemiczną mikroorganizmów glebowych podano w częściach milionowych (ppm) na odpowiednią jednostkę wagową gleb uprawnych.

używanie pestycydów (w tym także herbicydów) jest też szczególnie groźne dla środowiska glebowego [2-4, 6, 7, 12, 14, 17, 18].

Wszystkie bowiem herbicydy, stosowane w rolnictwie, w dawkach dopuszczalnych przez fitotechnikę i ochronę roślin nie są obojętne dla rozwoju większości grup mikroorganizmów glebowych. Niebezpieczeństwo jest tym groźniejsze, że niektóre preparaty, jak: atrazyna, symazyna, diuron, monuron, neburon, TCA; 2, 3, 6-TBA i inne, zbyt długo zalegają w glebach, co oczywiście nie może być obojętne dla mikroflory gleby i następczych roślin uprawnych (tab. 6-8). Stąd stosowane w rolnictwie i leśnictwie pestycydy (a także i herbicydy) stanowią w obecnej dobie jeden z groźniejszych czynników przyczynowych zmęczenia gleb [17, 18].

Stosowanie więc pestycydów, jak i wielu innych preparatów fitochemoterapeutycznych oraz nowych regulatorów wzrostu roślin (np. z retardantów wzrostu

Tabela 8

Wpływ niektórych pestycydów na żywotność mikroorganizmów glebowych*

Związek	Stężenie niszczące żywotność mikroorganizmów, ppm			
	Bakterie	Rhizobium	Promieniowce	Grzyby (Microfungi)
Aldrin	100	—	—	100
AMS	500	—	—	—
Arsenit	500	—	500	500
Altrazin	70	—	70	75
Chlordan	100	—	—	100
2,4-D	25	25	—	25
Dalapon	34	—	34	34
DDT	100	—	—	100
Demeton	1500	—	1500	—
Diazinon	40	—	40	40
Dieldrin	100	—	—	100
DNBP	—	—	—	100
DNOC	200	—	200	200
HCH	1000	—	1000	1000
Heptachlor	100	—	—	100
MCPA	25	—	—	25
MH	100	250	—	—
4, 2,4-DB	25	—	—	—
2, 4,5-T	25	25	—	25
Malation	—	—	1500	—
Metoksychlor	100	—	—	100
Simazin	70	—	70	70
TCA	10	—	10	10
TMTD	50	1000	—	50
Nabam	—	—	—	50
PCP	—	—	—	500
Toxafen	100	—	—	100
Vapam	60	—	—	60
Zineb	45	—	—	45

* Wg M. Aleksandra: *Microbial degradation and biological effects of pesticides in soil*, 1969.

roślin należy wymienić CCC zwany chlorkiem chlorocholiny, a ze związków pokrewnych: AMAB — bromek alilotrójmetyloamoniowy, AMAC — chlorek alilotrójmetyloamoniowy, dalej BCC, BCB., CAC.; z morfaktynów, np. ester-*n*-butylowy kwasu 9-hydroksyfluoreno-(9)-karboksylowego, tzw. JT 3233 i ester metylowy kwasu 2-chloro-9-hydroksyfluoreno-(9)-karboksylowego, tzw. JT 3456) we współczesnym rolnictwie, ogrodnictwie i leśnictwie jest zagadnieniem bardzo ważnym, ale niezmiernie złożonym i skomplikowanym.

Międzynarodowa konferencja ekspertów WHO i FAO w Oiso (Japonia) przedyskutowała w październiku 1971 r. aktualny stan skażenia pestycydami (m. in. BHC i DDT) podstawowych środków żywności, pasz oraz gleby, wody i powietrza.

Powyższa konferencja ekspertów wysunęła propozycję stosowania nowych metod walki z chorobami, szkodnikami roślin uprawnych, opartych na biologicznych (szczególnie zalecane są metody mikrobiologiczne) i chemicznych metodach, polegających na stosowaniu nowych, mikrobiologicznie rozkładanych pestycydów, a także na stosowaniu specjalnych, syntetycznych preparatów chemicznych (podlegających szybko procesom deterioracji pod wpływem czynników fizykochemicznych środowiska glebowego) o wyraźnym selektywnym działaniu.

W rezolucji przekazanej ONZ stwierdzono, że „skażenie naturalnego środowiska” spowodowane industrializacją, urbanizacją i chemizacją środowiska to jeden z najważniejszych problemów światowych... wymagający szybkiej interwencji nauki, administracji wszystkich państw i wszystkich społeczeństw [11].

Naruszenie równowagi biologicznej w wielu środowiskach glebowych naszego globu ziemskiego jest już faktem dokonany.

Powszechnie znane zjawisko zmęczenia gleb (soil-sickness) powoduje duże straty w produkcji roślinnej globu ziemskiego. Obecnie przyjmuje się, że zjawisko to, będące skutkiem naruszenia równowagi biologicznej w przyrodzie, a specjalnie w biocenozach gleb uprawnych, jest potencjalnie największym niebezpieczeństwem zagrażającym współczesnemu rolnictwu na świecie (FAO, 1970).

W obecnej dobie intensyfikacji rolnictwa (m. in. stosowania dużych dawek nawozów azotowych, zwłaszcza — przy nieprzestrzeganiu biologicznych podstaw następstwa roślin w układach — systemach płodozmiennych; wzrost poziomu mechanizacji rolnictwa itd.) i chemizacji rolnictwa (masowe stosowanie pestycydów itp. środków ochrony roślin oraz retardantów i wielu innych preparatów fitochemoterapeutycznych) zachodzi potrzeba poznania wpływu wspomnianych czynników na biologię gleb i produktywność biologiczną agrocenoz i różnych ekosystemów (trawiaste, leśne), znajdujących się w bezpośrednim zasięgu gospodarczej działalności człowieka.

Szybkie tempo wzrostu zmęczenia gleb, tak na kontynencie amerykańskim, jak i europejskim, skłoniło FAO do bliższego zainteresowania się tym tak ważnym problemem. FAO przyjmuje, że na przeszło 1 500 000 000 ha ziemi użytkowanej rolniczo (gleba uprawna) roczna strata plonów w wysokości ok. 25% spowodowana właśnie zmęczeniem gleb, jest już tak olbrzymia, że poważnie zagraża perspek-

Tabela 9

Wytwarzanie toksycznych substancji biologicznie aktywnych przez grzyby z klasy *Fungi imperfecti*
— izolowane z gleb różnych ekosystemów

Grzyby toksynotwórcze	Mykotoksyny	Występujące w glebach ekosystemów		
		agrocenozy	trawiaste	leśne
<i>Aspergillus chevalieri</i> Thom and Church	gilotoksyna i in. związki epipolytiodioxopiperazynowe ¹	+	+++	+
<i>Aspergillus flavus</i> , Link.	aflatoksyny	+	+	+
<i>Aspergillus ochraceus</i> , Wilh.	ochratoksyna	+	—	—
<i>Aspergillus terreus</i> , Thom.	cytrynina	+	+	+
<i>Aspergillus versicolor</i> , (Vuill.) Tirab.	sterygmatocystyna	+	—	—
<i>Fusarium nivale</i> , (Fr.) Ces.	nivalenol	+	+	—
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	F-2 (zearalenon) ²	+	+	—
<i>Fusarium scirpi</i> , Lamb. and Fa-utr.	scirpenol	+	+	+
<i>Fusarium sporotrichioides</i> , Sherb.	sporofuzaryna	+	—	—
<i>Penicillium brunneum</i> , Biour.	rugulozyna	+	+	—
<i>Penicillium citreoviride</i> , Biourge	cytreowirydyna	+	+	—
<i>Penicillium citrinum</i> , Thom	cytrynina	+	+	—
<i>Penicillium cyclopium</i> Westling.	kwas penicylinowy			
	kwas cyklopiazonowy	+	+	+
<i>Penicillium islandicum</i> , Sopp.	luteoskiryna	+	+	+
<i>Prnicillium puberulum</i> , Bein.	kwas penicylinowy i in. karcinogenne laktony ³	+	+	—
<i>Penicillium rubrum</i> , Std.	rubratoksyna			
<i>Penicillium rugulosum</i> Th.	rugulozyna	+	—	—
<i>Penicillium tardum</i> , Thom	rugulozyna	+	—	+
<i>Penicillium variabile</i> , Sopp.	aflatoksyny	+	—	—
<i>Alternaria longipes</i> , T. i W.	alternariol	+	+	+
<i>Thielaviopsis basicola</i> , Berk. et Br. (Ferr)	thielaviotylna	+++	—	—

¹ Wg oznaczeń A. Taylora, 1971.

² Wg C.I. Mirochna, C.M. Christensena i G. Nelsona.

³ Wg A. Cieglera i wsp., 1971.

tywicznym planom zaopatrzenia w żywność 3,6 miliarda mieszkańców Ziemi (wg danych FAO za rok 1970).

Nadto w środowiskach glebowych gleb zmęczonych stwierdzono wzrost ilościowy występowania grzybów toksynotwórczych [1, 6, 17]. Wspomniane grzyby toksynotwórcze posiadają duże uzdolnienia w zakresie syntezy *in vivo* toksycznych substancji biologicznie aktywnych. Metabolity badanych grzybów glebowych, tzw. mykotoksyny (m. in. metabolity alifatyczne, aromatyczne oraz metabolity zawierające azot, siarkę i chlor a także laktony) odznaczają się bezpośrednim toksycznym wpływem na mikroorganizmy glebowe i rośliny uprawne (tab. 9, 10, 11).

Tabela 10

Wytwarzanie aflatoksyn (B i B₂) przez wybrane szczepy *Aspergillus flavus* Link ex Fr. izolowane z gleb różnych zbiorowisk roślinnych

Symbole szczepów toksynotwórczych	Miejsca występowania lub synuzje roślinne	Waga grzybni w g	Aflatoksyny wytworzone w 100 ml zmod. podłoża Czapeka w mg ¹			Podłoże Czapeka + Simazin Ogółem
			Mycelium	Podłoże	Ogółem	
	I. Ekosystemy trawiaiste					
<i>Aspergillus flavus</i> , szczep A	<i>Arrhenatheretum elatioris</i>	5,15	0,45	0,75	1,20	1,35
<i>A. flavus</i> , szczep G	<i>Gladiolo-Agrostietum</i>	5,25	0,55	0,70	1,25	1,40
	II. Ekosystemy leśne					
<i>A. flavus</i> , szczep TC	<i>Tilio-Carpinetum</i>	8,25	0,95	1,35	2,30	2,55
<i>A. flavus</i> , szczep F	<i>Fagetum carpaticum</i>	5,00	0,20	0,55	0,75	0,95
	III. Agrocenozy ²					
<i>A. flavus</i> , szczep N	A. <i>Nicotiana tabacum</i> '	6 10	1,55	2,25	3,80	4,25
<i>A. flavus</i> , szczep T	<i>Triticum</i> sp. + CCC	10,00	1,50	3,40	4,90	5,55
<i>A. flavus</i> , szczep NZ	B. <i>Nicotiana tabacum</i> (gleba zmęczona)	7,90	3,50	5,20	8,70	9,60
<i>A. flavus</i> , szczep NP	<i>Nicotiana tabacum</i> + herb. i fung. (gleba zmęczona)	9,45	3,75	6,50	10,25	12,10
<i>A. flavus</i>	ATCC 15517	5,50	1,50	5,00	6,50	7,10
<i>A. flavus</i>	ATCC-szczep atoksyczny	7,20	—	—	—	ślady

¹ Skład zmod. podłoża Czapeka (Davis, Diener Eldridge, 1966): ekstr. drożdżowy Difco — 7,0 g; sacharoza — 200 g; NaNO₃ — 3,0 g; K₂HPO₄ — 1,0 g; FeSO₄ · 7 H₂O — 0,01 g; MgSO₄ · 7 H₂O — 0,5 g; agar-agar — 20,0 g; aqua dest. — 1000 ml, pH = 6,5. Hodowla stacjonarna w 500 ml kolbach Erlenmeyera przez 7 dni w temp. = 25 °C. Aflatoksyny zostały oznaczone metodą spektrofotometryczną przez mgr M. Hanuszkiewicz — Zakł. Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie.

² W warstwie ornej badanych gleb zmęczonych wykazano zawartość aflatoksyn od 2-5-10 μg/kg gleby.

Tabela 11

Biologiczne skutki oddziaływania mykotoksyn*

Mykotoksyny	Działanie			
	ko-karcino- genne	mutagenne	teratogenne	fito- toksyczne
Aflstoksyny				
a				
B ₁	+++	+++	+++	+++
B ₂	+++			
G ₁	+++	+++		+++
G ₂	+++			+++
Ochratoksyny A i B	+++			+++
Sterygmatocystyna	+++			+++
F-2 (Zearalenon)		+++	+++	+++
Nivalenol		+++	+++	+++
Kwas cyklopiazonowy	+++	+++	+++	+++
Luteoskiryna	+++	+++		+++
Rugulozyna	+++	+++		+++
Scirpenol			+++	+

* Wg L. Fishbeina, 1972.

Aktywność biologiczna mykotoksyn jest bardzo duża. Niektóre z nich, jak np. aflatoksyny, należą do najsilniejszych związków ko-karcinogennych świata zwierzęcego. Mykotoksyny działają też teratogennie. Wszystkie produkty metabolizmu grzybów toksynotwórczych odznaczają się silnym działaniem fitotoksycznym. Większość zbadanych dotychczas mykotoksyn należy do grupy aktywnych inhibitorów syntezy RNA i DNA [7].

Zdaniem wielu autorów [7] -niektóre mykotoksyny, produkowane przez grzyby glebowe, odznaczają się także silnym działaniem mutagennym w odniesieniu do mikroorganizmów glebowych, jak i organizmów wyższych. Frekwencja mutacji indukowanych przy pomocy mutagenów chemicznych u mikroorganizmów jest znacznie wyższa, niż przy zastosowaniu mutagenów fizycznych [6, 7]. Do grupy tych związków należą m. in.: alkany, epoksyalkany, laktony oraz związki alkilatuujące (alkilaty). Nadto do mutagenów chemicznych zaliczane są także: nitrozoaminy, azyrydiny i większość pestycydów (w tym także niektóre herbicydy) — a więc związki chemiczne względnie produkty ich biodegradacji, stosowane powszechnie w rolnictwie [6]. Wspomniane związki chemiczne wywierają również ujemny wpływ na proces fotosyntezy u glonów i roślin wyższych.

Z powyższych danych wynika, że mykotoksyny, jako metabolity glebowych grzybów toksynotwórczych, odznaczają się dużą aktywnością biologiczną (m. in. cechuje je działanie mutagenne oraz działanie bakterio- i grzybobójcze, a także działanie fitotoksyczne) mogą wywierać — w określonych warunkach ekologicznych — destruktywny wpływ na równowagę biologiczną określonych środowisk glebowych.

Zważywszy, że na wspomniane środowiska glebowe oddziałują, niezależnie od wspomnianych już mykotoksyn, również pestycydy itp. związki chemiczne, za-

legające w glebach od kilku do kilkunastu miesięcy, albo kilku czy też kilkunastu lat — to działanie to, w końcowym efekcie doprowadzić może do istotnych zaburzeń w równowadze biologicznej gleb uprawnych. Dotyczy to zarówno zaburzeń w procesach metabolicznych i zmian biocenotycznych drobnoustrojów glebowych oraz zmian fizjologicznych u roślin następczych w określonych niekorzystnych układach płodozmiennych.

PRZYRODNICZE SKUTKI MECHANIZACJI ROLNICTWA

Jakkolwiek największe zainteresowanie budzi wpływ chemizacji rolnictwa na zdrowie człowieka i jego środowisko, to nie należy zapominać o biologicznych skutkach mechanizacji rolnictwa. Proces ten niewątpliwie będzie w najbliższych latach wyraźnie się rozwijał. Im więcej maszyn i ciągników pracuje w rolnictwie, tym silniejszy wywierają one wpływ na człowieka i jego środowisko abiotyczne (gleby, woda, powietrze) oraz całokształt krajobrazu i istniejące w nim ekosystemy lądowe i wodne.

Wprowadzenie wysokiego poziomu mechanizacji zmienia także środowisko przyrodnicze wsi. Zmiany te, w wielu przypadkach mogą być niekorzystne. W związku z tym niewątpliwie należy dążyć do właściwej intensyfikacji rolnictwa (uprawa, nawożenie, chemizacja, mechanizacja itd.) poprzez stworzenie optymalnych warunków przyrodniczych i agrotechnicznych nie zagrażających środowisku przyrodniczemu i człowiekowi. Chodzi w niej (tzn. intensyfikacji rolnictwa) o utrzymanie — przy równoczesnym intensywnym prowadzeniu użytkowania gleb uprawnych i leśnych — pozytywnych cech przyrodniczych, różnorodności ich komponentów i zdolności produkcyjnych. W takim właśnie ujęciu cele ochrony środowiska zbiegają się z celami racjonalnej gospodarki człowieka w przyrodzie.

Słowami prof. dra A. Voisin — członka Francuskiej Akademii Nauk Rolniczych, który pisał w memoriale do ONZ w sprawie oddziaływania pestycydów na zdrowie człowieka i jego środowisko — pragnę zakończyć niniejszy referat:

„Naczelnym zadaniem FAO i WHO winno być dążenie do utrzymania gleb uprawnych w ich naturalnym stanie zdrowotności. Zdrowa gleba rodzi zdrowy produkt. Zdrowy będzie także konsument — człowiek. Wszystkie nauki o ziemi (gleboznawstwo, mikrobiologia, agrochemia i biochemia oraz ekologia i ochrona roślin) stanowią fundament medycyny zapobiegawczej — Medycyny Jutra”.

LITERATURA

1. Ajl S., Ciegler A., Kadis S., Weinbaum G., Montie T.C.: *Microbial Toxins A Comprehensive Treatise*, Vol. 1-8, Academic Press, New York and London 1970, 1971.
2. Arvill R.: *Man and Environmental — Crisis and the Strategy of Choice*, Penguin Books, Baltimore 1970.
3. Armbrecht B.H.: Aflatoxin residues in food and feed derived from plant and animal sources, *Res. Review.* 41, 13-54, 1972.
4. Borgstrom G.: *Głodująca planeta — Współczesny świat na krawędzi głodu*, PWRiL, Warszawa 1971.

5. Dorst J.: Zanim zginie przyroda, Wiedza Powszechna, Warszawa 1971.
6. Fishbein L., Flamm W.G., Falk H.L.: Chemical Mutagens — Environmental Effects on Biological Systems, Academic Press, New York, London 1970.
7. Fishbein L.: Chromatography Environmental Hazards. I. Carcinogens, Mutagens and Teratogens, Elsevier Publ. Comp., Amsterdam, London, New York 1972.
8. Hillel D.: Soil and Water, Academic Press, New York and London 1971.
9. Kellogg Ch. E., Orvedal A.C.: Potentially arable soils of World and critical measures of their use, Adv. Agronom. 21, 1969.
10. Lehfeldt J., Kullmann A., Steibrenner K., Kleinhampel D., Lindner H. und Markgraf G.: Wirkprinzipien und Anwendungsverfahren von Bodenverbesserungsmitteln zur Verbesserung physikalischer Bodeneigenschaften, Arch. Acker — u. Pflanzenbau u. Bodenk. 16,4/5, 281-300, 1972.
11. Matsumura F., Boush G.M., Misato T.: Environmental Toxicology of Pesticides, Academic Press, New York and London 1972.
12. Miszustin J.N.: Chimizacja ziemledielja i zadači počviennoj biologii, Izv. Akad. Nauk SSSR 6,5, 809-820, 1964.
13. Nitrogen-15 in Soil — Plant Studies, International Atomic Energy Agency, Vienna 1971.
14. Pochon J. et Voets J.P.: Action des pesticides et herbicides sur la microflore et la faunule du sol. Biodégradation tellurique de leurs molécules, Med. Facult. Landbow. Wetenschappen, Gent., 1970.
15. Postgate J.R.: The Chemistry and Biochemistry of Nitrogen Fixation, Plenum Press, London and New York 1971.
16. Sandner H.: Człowiek i Przyroda, Wiedza Powszechna, Warszawa 1972.
17. Smyk B.: Zmęczenie gleb uprawnych w świetle badań mikrobiologicznych i agrobiologicznych, Postęp. Mikrob. 8, 2, 205-224, 1969/1970.
18. Soil Biology, Reviews of Research, UNESCO, Liège 1969.
19. Van Dyne G.M.: The Ecosystem concept in natural resource management, Academic Press, New York, London 1969.
20. Zelitch J.: Photosynthesis, Photorespiration and Plant Productivity, Academic Press, New York and London 1971.

Болезлав Смык

НАПРАВЛЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ, ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЭВТРОФИЗАЦИИ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Резюме

В труде рассматриваются, на фоне анализа состояния и перспектив увеличения численности населения в течение ближайших десятилетий, главные сельскохозяйственные проблемы связанные с производством кормов и продуктов питания, в аспекте происходящих в природной среде изменений.

„Зеленая революция” начатая Борлаугом... и бремя 6 миллиардов населения земного шара, поставили перед сельским хозяйством исключительно важную задачу: интенсифицировать производство продуктов питания с целью обеспечения пищи неуклонно возрастающего населения. Лозунг „*Fiat panis*” полностью осуществляется в настоящее время. Мировое сельское хозяйство входит в эру научно-технической революции.

Свободен-ли этот путь от рисков и опасностей?

Деятельность человека в природе привела, несомненно, к далеко продвинутым изменениям в природной среде.

Нарушения водного режима в почвенной среде, эрозия почв, химизация (м.пр. заражение почвенной среды пестицидами и продуктами их деградации, угроза для почвенных сред и человека со стороны микотоксин производимых почвенными грибами и т.п.), а также механизация сельского хозяйства, создают новые проблемы защиты почвенных сред от таких патологических явлений, как почвоутомление и т.п., далее проблемы защиты здоровья человека и животных и др.

Таким образом удержание культурных в состоянии их оптимального биологического равновесия должно являться ведущим лозунгом всех мероприятий связанных с интенсификацией сельского и лесного хозяйства и садоводства.

Поэтому следует стремиться к рациональному сельскому и лесному хозяйству в природе и к их правильной интенсификации (обработка почвы, удобрение, химизация и механизация) путем создания оптимальных экологических и агротехнических условий не представляющих угрозы для природной среды и человека.

Следовательно главной задачей интенсификации сельского хозяйства является удержание, при одновременном интенсивном использовании культурных почв, полезных природных свойств с их различными компонентами и производственными компонентами и производственными способностями (биологическая производительность), в соответствии с требованиями современной экологической технологии лесных, полевых и травяных экосистем.

Boleslaw Smyk

TRENDS IN SOIL FERTILITY IMPROVEMENT, ECONOMIC EFFECTS AND CONSEQUENCES OF SOIL ENVIRONMENT EUTROPHIZATION IN AGRICULTURE AND FORESTRY

S u m m a r y

On the basis of analysis of state and perspectives of population increase in the next decades, main agricultural problems connected with the fodder and food production are discussed in the article under the viewpoint of changes occurring in natural environment.

The „Green Revolution” initiated by Borlaug... and the burden of 6 billion of population, confronted the world agriculture with the most important task: food production intensification to secure food for constantly increasing population. The motto „*Fiat panis*” is now in the course of realization. The world agriculture is entering the scientific-technical revolution era.

Is this way free from risks and threats?

The human activity in nature resulted, undoubtedly, in considerable changes of natural environment.

The disturbance of water conditions in the soil environment, soil erosion, chemization (among other things, soil contamination with pesticides and their degradation products: threat for soil medium and man on the side of mycotoxines produced by soil fungi, etc.) as well as mechanization of agriculture, create new problems of soil medium protection against such pathologic phenomena as soil-sickness, etc., problems of health protection of man and animals, and many others.

In this connection the maintenance of cultivated soils in their optimal state of biological equilibrium ought to be a main motto of any intensification measures of agriculture, horticulture and forestry.

Hence it must be striven to a reasonable agricultural and silvicultural economy in nature and

their appropriate intensification (tillage, fertilization, chemization, mechanization) at ensuring optimal ecologic and agronomic conditions, without any threat for natural environment and man.

The main task of the intensification of agriculture in preservation — at simultaneous intensive utilization of cultivated soils — of their useful natural features with various components and production abilities (biological productivity), in accordance with the demands of modern ecologic technology of forest, field and grassland ecosystems.