

WPLYW WYBRANYCH ZMIANOWAŃ SPECJALISTYCZNYCH NA STABILNOŚĆ
(HOMEOSTAZĘ) AGROBIOCENÓZ I PRODUKTYWNOŚĆ
BIOLOGICZNĄ EKOSYSTEMÓW

Bolesław Smyk, Krystyna Marcinowska, Edward Różycki

Katedra Mikrobiologii AR w Krakowie

Badania Bovaya [3], Carlsona [4], Niewiadomskiego [21], Ryszkowskiego [23], Smyka i współpr. [24-27], Speddinga [28] oraz Speddinga i Brockingtona [29] nad produktywnością biologiczną ekosystemów wskazują, że z punktu widzenia produkcji biomasy jedynie ekosystemy polowe - głównie w zmianowaniach specjalistycznych - wydają się bardzo wydajnymi układami otwartymi w określonych warunkach ekologicznych. Ich całkowita produkcja pierwiastka netto przewyższa inne ekosystemy łądowe [4, 17, 18, 26, 27, 29, 30].

Aby wykorzystać te potencjalne możliwości ekosystemów, potrzebna jest nam większa znajomość przemian biochemicznych, zachodzących w środowiskach glebowych - decydujących nie tylko o produktywności, lecz także o ich stabilności ekologicznej [18, 26].

Wiadomo, że za te biochemiczne i biogeochemiczne transformacje składników mineralnych i organicznych, a także za wiązanie azotu atmosferycznego i za syntezy aminokwasów, witamin, antybiotyków, toksyn i mikotoksyn oraz wielu innych substancji biologicznie czynnych, zachodzące w środowiskach glebowych różnych ekosystemów - odpowiedzialne są mikroorganizmy [1, 2, 5, 6, 8, 10, 12, 17, 25, 26, 31].

Ważny jest także udział mikroorganizmów w organizacji homeostatycznej biocenoz oraz w gospodarce materiałowej i energetycznej ekosystemów polowych [13, 14, 17, 18, 22, 29].

Duże znaczenie w funkcjonowaniu i w kształtowaniu stabilności produkcji agrocenoz mają zabiegi agrotechniczne i agrochemiczne, stosowane w nowoczesnych zmianowaniach specjalistycznych ekosystemów polowych [4, 8, 9, 11, 15, 19, 21].

Agroekosystemy dostarczają człowiekowi żywności i zadaniem naszej gospodarki tymi ekosystemami jest stwarzanie możliwie trwałych warunków ich maksymalnej produktywności.

Z dotychczasowych badań ekologicznych nad organizacją homeostatyczną biocenoz i homeostazą ekosystemów wynika, że właśnie agroekosystemy - w odróżnieniu od ta-

kich ekosystemów naturalnych, jak lasy czy łąki - silniej podlegają zaburzeniom w swym funkcjonowaniu i stosunkowo łatwo przekraczają próg decydujący o ich homeostazie (stabilności). Jednym z podstawowych warunków jej utrzymania w agroekosystemie jest struktura troficzna układu biocenotycznego, działającego w oparciu o zasady zachowania obiegu materii i energii. W wypadku nieprzestrzegania powyższych zasad dany ekosystem staje się układem mało stabilnym [13, 15, 16, 19].

Wspomniane mikroorganizmy stanowią konkretne, bardzo ważne ogniwo tego łańcucha troficznego. Pola uprawne, poddawane współczesnym technologiom konstruowania płodozmianów w różnych warunkach ekologicznych, są ekosystemami, gdzie z natury rzeczy organizacja homeostatyczna biocenoz zmienia się z roku na rok. Stąd bliższe poznanie zmian mikrobiologicznych zachodzących w układach biocenotycznych i kontrola struktur troficznych, związanych z gospodarką materiałową i energetyczną ekosystemów polowych - wydaje się decydującym warunkiem istnienia stabilności produkcji intensywnych zmianowań specjalistycznych.

Rozpatrując znajomość poszczególnych ogniw w różnych ekosystemach, nie można nie zauważyć, że to ostatnie, trzecie ogniwo, które stanowią mikroorganizmy, spełnia bardzo istotną rolę w kształtowaniu homeostazy - stabilności agrobiocenoz i w produktywności biologicznej ekosystemów - a jest pod wieloma względami najmniej poznane [13, 15, 17, 21, 26, 32].

Celem naszych badań było poznanie wpływu stosowanych intensywnych zmianowań specjalistycznych na terenie Polski południowej na kształtowanie się stabilności [homeostazy] agrobiocenoz i na produktywność biologiczną ekosystemów polowych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Obiekty badawcze

W badaniach porównywano dwa zmianowania specjalistyczne (A i B) o następującej kolejności ziemioplodów:

A - kukurydza, burak cukrowy, jęczmień jary, koniczyna czerwona, rzepak ozimy, pszenica ozima, burak cukrowy i jęczmień jary;

B - pszenica ozima, pszenica ozima, kukurydza, pszenica ozima, burak cukrowy, jęczmień jary, lucerna i lucerna.

Pola ugorowe (ugór C i D) były obiektami kontrolno-porównawczymi.

Doświadczenie realizowano jako ścisłe w latach 1975 - 1983 na dwóch wybranych polach doświadczalnych, oznaczonych symbolami A i B (a według historii pól - pola nr 9 i 7) o powierzchni 20 ha każde, wchodzących w skład areału uprawnego Kombinat PGR Góra Ropczycka koło Sędziszowa Małopolskiego.

Na obiektach doświadczalnych zastosowano typowe zabiegi agrotechniczne (uprawa, nawożenie mineralne i organiczne), jakie stosowane są w intensywnych zmianowaniach specjalistycznych. Wysokość dawek nawozowych podano w tabelach 1 i 2. Wszystkie zabiegi agrotechniczne, związane z uprawą roli i roślin, pielęgnacją upraw, zbiorem płodów rolnych itp., wykonywano mechanicznie - zgodnie z zasadami współczesnej technologii.

Powyższe obiekty modelowe, przeznaczone do wieloletnich badań nad stabilnością ekosystemów polowych, nie były narażone na zrzuty emisji przemysłowych (SO_2 , pyły zawierające metale ciężkie) i nie stosowano na nich żadnych chemicznych środków ochrony roślin (pestycydy).

Obiekty doświadczalne oraz kontrolno-porównawcze, oznaczone symbolami C i D, jakimi był ugor (pola ugorowe - K_1 i K_2 według historii pól), są jednolite pod względem budowy geologicznej i składu chemicznego gleb. Reprezentowane są przez gleby brunatne właściwe, wytworzone z lessów o zawartości około 2% próchnicy. Odczyn badanych gleb kształtował się w granicach $pH = 6,7-7,2$.

W okresie doświadczalnym prowadzono obserwacje i pomiary meteorologiczne związane z kształtowaniem się stosunków wilgotnościowych i termicznych.

Badania mikrobiologiczne

Próbki gleb do badań analitycznych pobierano corocznie - w odstępach 20-dniowych - ze wszystkich obiektów doświadczalnych (A, B, C, D) w ciągu całego okresu wegetacyjnego (z głębokości 5-15 cm).

W badaniach mikrobiologicznych gleb uwzględniono następujące oznaczenia:

- a) ogólną liczbę bakterii, promieniowców i grzybów;
- b) mikroorganizmy czynne w metabolizmie azotowym (amonifikatory, nitryfikatory, denitryfikatory i asymilatory azotu atmosferycznego);
- c) mikroorganizmy czynne w metabolizmie węglowodanowym (rozkład błonnika, pektyn, lignin oraz skrobi);
- d) mikroorganizmy czynne w przemianach fosforu mineralnego;
- e) biomasa mikroorganizmów i jej skład chemiczny w zależności od nawożenia i uprawianych roślin;
- f) badania enzymatyczne gleb (głównie dehydrogenazy) wraz z pomiarami CO_2 w okresie zimowym, wiosennym, letnim i jesiennym;
- g) taksonomia - określenie przynależności systematycznej wyodrębnionych mikroorganizmów z badanych środowisk glebowych;
- h) występowanie mikroorganizmów antybiotycznych;
- i) występowanie grzybów toksynotwórczych i określenie ich metabolitów - miko-

T a b e l a 1

Nawożenie organiczno-mineralne i plony roślin w zmianowaniu (pole A)

Rok badania	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	
Rośliny uprawne	kukurydza „Primeur”	burak cukrowy	jęczmień jary „Aramir” z wsiewką koni-czyzny	koniczyna „Hruszowicka”	rzepak ozimy	pszenica ozima „Grana”	burak cukrowy	jęczmień jary	kontrdla ugór C
Nawożenie na 1 ha									
	polifoska 5,6 kg N, 16,8 kg P ₂ O ₅ , 16,8 kg K ₂ O	obornik 30 t superfos- fat granu- lowany 74 kg P ₂ O ₅	sól potasowa 147,8 kg K ₂ O	sól potasowa 60,5 kg K ₂ O saletrzak 44,8 kg N saletrzak 43,5 kg N	sól potasowa 156 kg K ₂ O superfosfat granulowa- ny 61,7 kg P ₂ O ₅ saletra amo- nowa 56 kg N saletrzak 84 kg N obornik 20 t	sól potasowa 110 kg K ₂ O superfosfat granulowany 90 kg P ₂ O ₅ saletra amonowa 54 kg N	superfosfat potrójny 138 kg P ₂ O ₅ sól potasowa 200 kg K ₂ O mocznik 92 kg N obornik 30 t	polifoska 14,4 kg N, 43,2 kg P ₂ O ₅ , 43,2 kg K ₂ O	
	superfosfat pylisty 37,7 kg P ₂ O ₅	sól pota- sowa 212,3 K ₂ O							
	sól potaso- wa 164,2 kg K ₂ O	polifoska 16 kg N, 48 kg P ₂ O ₅ ,							
	mocznik 138 kg N	48 kg K ₂ O saletra amonowa 68 kg N mocznik 86 kg N							
Plon roślin (t z 1 ha)									
	65 t masa zielona	36 t korzeni 36 t liści	3,9 t ziarna 2,5 t słomy	35 t masy zielonej	2,7 t ziarna	4,2 t ziarna 2,4 t słomy	42,7 t korzeni 39 t liści	4,5 t ziarna 2,8 t słoma	

T a b e l a 2

Nawożenie organiczno-mineralne i plony roślin w zmianowaniu (pole B)

Rok badania	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	
Rośliny uprawne	pszenica ozima „Marcinowska 808”	pszenica ozima „Marcinowska 808”	kukurydza „Primeur”	pszenica ozima „Grana”	burak cukrowy „Monohil”	jęczmień jary „Mamut”	lucerna	lucerna	kontrola ugór D
	Nawożenie na 1 ha								
	superfosfat granulowany 74 kg P ₂ O ₅	superfosfat granulowany 74 kg P ₂ O ₅	polifoska 5,9 kg N, 17,8 kg P ₂ O ₅	polifoska 24 kg N, 72 kg P ₂ O ₅	sól potasowa 162 kg K ₂ O	wapno 4 t	superfosfat potrójny 92 kg P ₂ O ₅	saletra amonowa 42,5 kg N	
	sól potasowa 122 kg K ₂ O	sól potasowa 122 kg K ₂ O	17,8 kg K ₂ O	72 kg K ₂ O	superfosfat potrójny 162 kg P ₂ O ₅	sól potasowa 110 kg K ₂ O	sól potasowa 80 kg K ₂ O	saletra amonowa 40,8 kg N	
	saletra amonowa 68 kg N	saletra amonowa 68 kg N	superfosfat pylisty 37 kg P ₂ O ₅	superfosfat potrójny 162 kg P ₂ O ₅	saletrzak 56 kg N	superfosfat granulowany 90 kg P ₂ O ₅	saletrzak 28 kg N	sól potasowa 50,4 kg K ₂ O	
			sól potasowa 164,2 kg K ₂ O	sól potasowa 171 kg K ₂ O	saletra amonowa 99 kg N	saletra amonowa 74,8 kg N	saletra amonowa 74,8 kg N	saletrzak 35 kg N	
			mocznik 138 kg N	saletrzak 20,5 kg N	obornik 20 t			polifoska 26 kg N, 78 kg P ₂ O ₅	
				saletrzak 30,7 kg N				78 kg K ₂ O	
	Plon roślin (t z 1 ha)								
	3,85 t ziarna	4,02 t ziarna	60 t masy zielonej	4,7 t ziarna	28 t korzeni	3,6 t ziarna	50 t zielonej masy	60 t zielonej masy	
	3,78 t słomy	4,10 t słomy		3,0 t słomy	18 t liści	2,0 t słomy	10 t siana	12 t siana	

toksyn, jako inhibitorów procesów życiowych mikroorganizmów i roślin w badanych zmianowaniach specjalistycznych;

j) występowanie mikroorganizmów czynnych w degradacji mikotoksyn;

k) określenie stabilności mikrobiocenotycznej w badanych zmianowaniach specjalistycznych;

l) określenie metabolitów systemu korzeniowego roślin.

Wszystkie wyżej wymienione badania oparto na metodach współcześnie stosowanych w mikrobiologii ekologicznej gleb [5, 6, 14, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28, 29].

Izolację i ocenę uzdolnień promieniowców i grzybów, wyodrębnionych z badanych środowisk glebowych, w zakresie degradacji mikotoksyn, oparto na współcześnie stosowanych metodach biologicznych i chemicznych [24, 25, 26].

Wycena agrotechniczna plonów

Wycenę plonów oparto na ścisłych pomiarach wagowych części nadziemnych (ziarno, słoma, zielona masa itp) i części podziemnych (korzenie).

WYNIKI BADAŃ

Ogólna charakterystyka mikrobiocenotyczna gleb

Podano ją w tabelach 3 i 4. Są to dane z okresu wegetacyjnego 1977-1983, reprezentatywne dla badanych ekosystemów polowych, obejmujące dominujące gatunki promieniowców i grzybów w porównywanych zmianowaniach specjalistycznych. W niniejszej pracy nie przedstawiono danych dotyczących występowania bakterii, ponieważ nie udało nam się bliżej określić ich faktycznego udziału w synuzjach roślinnych obu zmianowań specjalistycznych.

Okresy wegetacyjne w latach 1978-1979, a zwłaszcza w 1980 r., odznaczały się stosunkowo dużymi i ciągłymi opadami atmosferycznymi. Lata 1981-1983 natomiast, a specjalnie 1983 r., wyróżniały się rzadko spotykanymi okresami suszy w trakcie wegetacji.

Z zebranych materiałów analitycznych i danych przedstawionych w tabelach 3-5 wynika, że w skład mikrobiocenoz badanych gleb wchodzi różne mikroorganizmy, reprezentowane przez następujące gatunki albo rodzaje:

a) bakterie z następującymi rodzajami dominującymi: *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Cytophaga*, *Sporocytophaga*, *Micromonospora*, *Chromobacterium*, *Cellulomonas*, *Clostridium* i *Rhizobium*;

Tabela 3

Występowanie promieniowców w środowiskach glebowych Kombinatu PGR Góra Ropczycka
w latach 1977-1983

Mikroorganizmy dominujące	Stanowisko w płodozmianie:			
	A		B	
	burak cukrowy		pszenica ozima	
	jęczmień jary		kukurydza	
koniczyna czerwona		pszenica ozima		
rzepak ozimy	Kontrola ugor C	burak cukrowy	Kontrola ugor D	
pszenica ozima		jęczmień jary		
burak cukrowy		lucerna		
jęczmień jary		lucerna		
1. <i>Streptomyces albus</i> Waks.et Henrici	+++	+++	+++	+++
2. <i>Streptomyces anulatus</i> Waksman	++	++	+	++
3. <i>Streptomyces babili</i> Waks.et Henrici	++	+	++	+
4. <i>Streptomyces chrysomallus</i> Lind.	++	++	+	++
5. <i>Streptomyces coelicolor</i> Waksman	++	+++	+	+++
6. <i>Streptomyces cylindrosporus</i> subsp. piceus Pridham	+++	++	+++	++
7. <i>Streptomyces fradiae</i> Waks.et Henrici	++	+		+
8. <i>Streptomyces globisporus</i> Waks.et Henrici	++	+	++	++
9. <i>Streptomyces globosus</i> Waksman	++	++	+++	++
10. <i>Streptomyces griseolus</i> Waksman	+++	++	+++	++
11. <i>Streptomyces griseus</i> Waks.et Henrici	+++	+++	+++	+++
12. <i>Streptomyces grisinus</i> Pridham	+++	++	+++	++
13. <i>Streptomyces lavendulae</i> Waksman	+++	++	+++	++
14. <i>Streptomyces lipmanii</i> Waks.et Henrici	+	+	+	+
15. <i>Streptomyces longisporus</i> Waksman	+++	++	++	++
16. <i>Streptomyces longispororuber</i> Waksman	+	++	+	+
17. <i>Streptomyces odorifer</i> Waksman	+++	+++	+++	++
18. <i>Streptomyces phaeochromogenes</i> Waksman	+	+++	+	+++
19. <i>Streptomyces rimosus</i> Sobin	+	+++		+++
20. <i>Streptomyces rochei</i> Waksman	+++	++	+++	++
21. <i>Streptomyces tanashiensis</i> Hata	+++	+		+
22. <i>Streptomyces violaceus-niger</i> Waksman	++	+	++	+
23. <i>Streptomyces</i> sp.?	+++	++	+++	++

+++ - bardzo liczne występowanie,
++ - liczne występowanie,
+ - sporadyczne występowanie.

Tabela 4

Występowanie grzybów (Micromycetes) w środowiskach glebowych Kombinatu PGR Góra Ropczycka w latach 1977-1983

Mikroorganizmy dominujące	Stanowisko w płodozmianie:			
	A		B	
	burak cukrowy	kontrola ugór C	pszenica ozima	kontrola ugór D
	jęczmień jary		kukurydza	
	koniczyna czerwona		pszenica ozima	
	rzepak ozimy		burak cukrowy	
	pszenica ozima		jęczmień jary	
	burak cukrowy		lucerna	
	jęczmień jary		lucerna	
1. Absidia glauca Hagem	++	+++	++	+++
2. Acremonium furcatum Gams	++	+	+	+
3. Alternaria humicola Oudemans	++			
4. Alternaria alternata Keissl.	++	++	+	++
5. Alternaria geophila Daszewska	+	++	++	++
6. Arachniotus ruber Schr.	+	++	++	++
7. Aspergillus niger van Tiegh.	++	+++	++	++
8. Aspergillus candidus Link	+	+	+	+
9. Aspergillus terreus Thom	+++	+++	+	+
10. Aspergillus versicolor Tirab.	+	+	+	+
11. Aspergillus flavus Link	+	+	+	
12. Cladosporium cladosporioides de Vries	++		+++	
13. Cladosporium herbarum Link ex Fr.	+++	+	+++	+
14. Cladosporium macrocarpum Preuss	+	+	+	
15. Cunninghamella elegans Lendner	+	+++		+++
16. Cylinrocarpon destructans Schotten		+	++	++
17. Fusarium sporotrichioides Sherb.	++		++	
18. Fusarium redolens Wollerw.	+++	++	+++	++
19. Fusarium dimerum Penzig	++	+	+++	+
20. Humicola fusco-atra Traaen	+	+	++	+
21. Humicola grisea Traaen	++	++	+	+
22. Mucor hiemalis Wehmer	++	++	+++	++
23. Mortierella elongata Linnemann	+	+++	+	+++
24. Mortierella candelabrum van Tiegh. et al	++	+++	++	+++
25. Penicillium citrinum Thom	+	++	+	+
26. Penicillium cyclopium Westling	+++	+	+++	+
27. Penicillium brevi-compactum Dierckx.	++		++	
28. Penicillium chrysogenum Thom	++	+	++	+
29. Penicillium jensenii Zaleski	+		+	
30. Penicillium notatum Westling	+++	++	+++	++
31. Penicillium patulum Bain.	+++	+	++	+
32. Penicillium rubrum Stoll	++		++	+
33. Penicillium regulosum Thom	+++	+	+++	
34. Penicillium tardum Thom	+		++	
35. Penicillium wortmanii Kloecker	+			
36. Scopulariopsis brevicaulis Bain.	++		++	
37. Torula herbarum Link ex Fr.	+++		+++	+
38. Trichoderma viride Pers ex Fr.	+++	++	+++	++
39. Verticillium cellulosa Daszewska	++	++	+++	++
40. Verticillium chlamydosporium Goddard	+++	++	++	+
41. Verticillium nigrescens Pethybr.	++	++	++	++
42. Zygorrhynchus heterogamus Vuill.	++	++	++	++
43. Zygorrhynchus moellerii Vuill.		++		++

+++ - bardzo liczne występowanie,
 ++ - liczne występowanie,
 + - sporadyczne występowanie.

T a b e l a 5

Występowanie grzybów toksynotwórczych w glebach uprawnych Kombinatu PGR Góra Ropczycka
(dane z okresu wegetacyjnego 1977 i 1979)

Numer szczepu	Oznaczenia systematyczne	
Stanowisko badawcze A	burak cukrowy (1977)	koniczyna czerwona (1979)
Gatunki dominujące		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Absidia glauca</i> Hagem 2. <i>Acremonium furcatum</i> Gams 3. <i>Alternaria humicola</i> Oudemans 4. <i>Arachniotus ruber</i> Schroeter 5. <i>Aspergillus fumigatus</i> Fres. 6. <u><i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.*</u> 7. <i>Aspergillus niger</i> v. Tiegh. 8. <i>Aspergillus flavus</i> Link 9. <i>Aspergillus versicolor</i> Tirab. 10. <i>Cladosporium cladosporioides</i> de Vries 11. <i>Fusarium dimerum</i> Penzig 12. <i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb. 13. <i>Mortierella candelabrum</i> v. Tieghem et al. 14. <i>Mortierella elongata</i> Linn. 15. <i>Penicillium notatum</i> Westling 16. <i>Penicillium cyclopium</i> Westling 17. <i>Verticillium chlamydosporium</i> Goddard 18. <i>Zygorrhynchus heterogamus</i> Vuill. 	
Stanowisko badawcze B	pszenica ozima (1977)	pszenica ozima (1979)
Gatunki dominujące		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Absidia glauca</i> Hagem 2. <i>Aspergillus versicolor</i> Tirab. 3. <u><i>Aspergillus flavus</i> Link</u> 4. <u><i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.</u> 5. <i>Cladosporium herbarum</i> Link ex Fr. 6. <i>Fusarium dimerum</i> Penzig 7. <u><i>Fusarium graminearum</i> Schwalbe</u> 8. <i>Fusarium redolens</i> Woll. 9. <i>Gaeumannomyces graminis</i> v. Arx et Oliver 10. <i>Helminthosporium sativum</i> P.K. et B. 11. <i>Humicola fusco-atra</i> Traaen 12. <i>Monosporium olivaceum</i> Cook et Mass. 13. <i>Mortierella elongata</i> Linn. 14. <i>Penicillium brevi-compactum</i> Dierckx. 15. <u><i>Penicillium citrinum</i> Thom</u> 16. <u><i>Penicillium rubrum</i> Stoll.</u> 17. <u><i>Penicillium rugulosum</i> Thom</u> 18. <i>Penicillium tardum</i> Thom 19. <i>Trichocladium asperum</i> Harz. 20. <i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Fr. 21. <i>Verticillium cellulosae</i> Dasz. 22. <i>Verticillium chlamydosporium</i> Godd. 23. <i>Verticillium terrestre</i> Link. 	

* Gatunki toksynotwórcze podkreślono.

b) grzyby (Micromycetes) z następującymi rodzajami dominującymi: Absidia, Alternaria, Aspergillus, Fusarium, Cladosporium, Mortierella, Penicillium, Trichoderma, Verticillium, Zygorrhynchus, Acremonium, Cunninghamella, Humicola, Scopulariopsis i wiele innych - o mniejszej częstotliwości występowania - oraz drożdże glebowe z rodziny Saccharomycetaceae i Cryptococcaceae - o zmiennej liczebności i częstotliwości występowania w badanych środowiskach glebowych.

Liczne występowanie w warstwie uprawnej gleby amonifikatorów, nityfikatorów i asymilatorów azotu atmosferycznego z rodzaju Arthrobacter, Azotobacter i Clostridium oraz mikroorganizmów, czynnych w metabolizmie węglowodanowym gleby (mikroorganizmy celulolityczne, hemicelulolityczne, amyloolityczne), wskazywałoby na optymalne, zrównoważone w aspekcie energetycznym, przemiany związków C i N w badanych ekosystemach. Powyższe dane wskazywałyby, że porównywane środowiska glebowe są nieznacznie zróżnicowane pod względem mikrobiocenotycznym.

Z danych zestawionych w tabelach 3, 4 i 5 wynika, że zastosowane zabiegi agrotechniczne i rośliny uprawne badanych zmianowań specjalistycznych wywierają selekcyjny wpływ na kształtowanie się składu jakościowego biocenozy klimaksowych. Zaobserwowano przy tym, że wzrostowi liczebności mikroflory przy uprawie roślin przemysłowych (burak cukrowy i rzepak ozimy) i pastewnych (koniczyna czerwona i lucerna siewna) towarzyszy wzrost ilościowy i jakościowy ich biomasy; wpływa to korzystnie na stabilność ekologiczną badanych mikrobiocenozy. Natomiast przy uprawach roślin zbożowych (pole B) stwierdzono pojawianie się grzybów toksynotwórczych z rodzaju Aspergillus, Fusarium i Penicillium (tab. 5).

Wpływ roślin na występowanie grzybów toksynotwórczych w zmianowaniach specjalistycznych

Zauważono, że w badanych warunkach ekologicznych zmianowań specjalistycznych niektóre rośliny uprawne, jak jęczmień jary i pszenica ozima, wywierają selekcyjny wpływ na zmiany jakościowe składu mikrobiocenozy klimaksowych. Stwierdzono bowiem występowanie grzybów toksynotwórczych (tab. 5) z rodzaju Aspergillus (m.in. *A. flavus*, *A. versicolor*, *A. fumigatus*), Fusarium (m.in. *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*) i Penicillium (m.in. *P. citrinum*, *P. rugulosum*, *P. rubrum*), posiadających uzdolnienia do syntezy *in vitro* oraz *in vivo* różnych mikotoksyn (aflatoksyny, rubratoksyny, rugulozyny, zearalenon i inne). Metabolity tych toksynotwórczych grzybów zaliczane są do silnych inhibitorów - trucizn środowiskowych. Odznaczają się one wyraźnym działaniem bakterio- i grzybobójczym (niszczą m.in. asymilatory azotu atmosferycznego), mutagennym i fitotoksycznym w stosunku do mikroorganizmów i roślin uprawnych [5, 16, 24, 26, 27]. Niektóre mikotoksyny

(m.in. dikumarol, niwalenol, rugulozyna, rubratoksyna, aflatoksyny), wytwarzane przez ww grzyby toksynotwórcze, blokują syntezę niektórych auksyn, jak np. α -NAA hormonu, wywołującego ryzogenezę, czyli powstawanie korzeni u roślin. Są też one silnymi inhibitorami syntezy RNA i DNA, co w konsekwencji prowadzi do blokady syntezy białek u mikro- i makroorganizmów.

Degradacja wybranych mikotoksyn przez autochtoniczne mikroorganizmy glebowe

Niezmiernie interesującym zjawiskiem z punktu widzenia ekologii mikroorganizmów było stwierdzenie obecności w badanych środowiskach glebowych promieniowców i grzybów, posiadających uzdolnienia metaboliczne w zakresie degradacji mikotoksyn. Wyniki dotyczące degradacji aflatoksyn B₁, B₂, G₁ i G₂ przez wyodrębnione z badanych środowisk glebowych szczepy promieniowców i grzybów przedstawiono w tabelach 6 i 7. Największe w tym zakresie uzdolnienia wykazały: *Streptomyces lavendulae*, *Aspergillus fumigatus* i *Penicillium tardum*. W świetle dotychczasowych wyników wydaje się, że stwierdzone u niektórych promieniowców i grzybów właściwości degradacji mikotoksyn są niezmiernie ważnym czynnikiem zapobiegającym nagromadzeniu się w glebach uprawnych trucizn środowiskowych.

Wpływ zabiegów agrotechnicznych i roślin na stabilność ekologiczną i produktywność biologiczną

Uzyskane 8-letnie wyniki badań mikrobiologicznych i mikrobiocenotycznych środowisk glebowych porównywanych zmianowań wskazują, że zastosowane zabiegi agrotechniczne i następstwo roślin wywierają selekcyjny wpływ na kształtowanie się stanu ilościowo-jakościowego biocenoz klimaksowych. Skutkiem wieloletnich upraw zbożowych (pole B - tab. 2) zaobserwowano pojawienie się grzybów toksynotwórczych z rodzaju *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*. Z kolei wprowadzenie do rotacji roślin motylkowych i buraka cukrowego sprzyja wzrostowi biomasy mikroorganizmów i liczebności promieniowców antybiotycznych, co ma istotne znaczenie dla utrzymania równowagi biologicznej agrobiocenoz. Powyższe zjawisko ma duże znaczenie fitosanitarne.

Obecność w badanych środowiskach glebowych (pole A, a także pole B) promieniowców i grzybów, mających właściwości degradacji mikotoksyn (tab. 6 i 7), może mieć duże znaczenie dla stabilności biocenoz.

W świetle zebranych wyników można sądzić, że okresowe zmiany szaty roślinnej w badanych warunkach ekologicznych uruchamiają mechanizmy samoregulujące i reak-

Tabela 6

Promieniowce degradujące aflatoksyny

B₁, B₂, G₁ i G₂

Stanowisko badawcze- rośliny	Numer szczepeu	Oznaczenie systematyczne	Degradacja aflatoksyn			
			B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
A Burak cukrowy	P1/2	<i>Streptomyces anulatus</i> Waks- man	+		+	
	P1/24	<i>Streptomyces olivochromoge- nes</i> Waksman et Henrici			+	+
	P1/58	<i>Streptomyces globosus</i> Waksman				+
B Pszenica ozima	P2/21	<i>Streptomyces lavendulae</i> Waksman et Henrici	+		+	+
	P2/46	<i>Streptomyces longisporus</i> Waksman	+			+
	P2/59	<i>Streptomyces grisinus</i> Pridham	+			+
	P2/67	<i>Streptomyces odorifer</i> Waksman		+		+

+ - degradacja aflatoksyn.

T a b e l a 7

Grzyby degradujące aflatoksyny B₁, B₂, G₁ i G₂

Stanowisko badawcze- rośliny	Numer szczepu	Oznaczenie systematyczne	Degradacja aflatoksyn			
			B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
A Burak cukrowy	G1/B	<i>Acremonium furcatum</i> Gams	+			
	G1/14	<i>Aspergillus niger</i> van Tieghen			+	
	G1/15	<i>Mortierella elongata</i> Linn.		+		
	G1/25	<i>Aspergillus versicolor</i> Tirab.			+	+
	G1/27	<i>Arachniotus ruber</i> Schroeter				+
B Pszenica ozima	G2/3	<i>Monosporium olivaceum</i> Cook et al.	+		+	
	G2/19	<i>Penicillium citrinum</i> Thom				
	G2/21	<i>Penicillium brevi-compactum</i> Dierckx.				+
	G2/22	<i>Penicillium tardum</i> Thom	+	+	+	+
	G2/24	<i>Helminthosporium sativum</i> Pam. et al.			+	+
	G2/31	<i>Verticillium chlamydosporium</i> Godd.	+			
	G2/32	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.	+	+	+	+

- degradacja aflatoksyn.

kcje „homeostatyczne”, które przywracają uprzednio istniejące wzajemne stosunki między komponentami środowiska i utrzymują stabilność biocenozy. Należy przy tym zaznaczyć, że wskutek stresowych wpływów środowiskowych następują zmiany mikrobiocenotyczne w biocenozie klimaksowej, ale procesy „homeostatyczne” dążą do przywrócenia stałej równowagi biocenotycznej.

Powyższe zjawisko wskazywałoby na istnienie w badanych mikrobiocenozach ekosystemów polowych - potencjalnych sił obronnych przeciwko szkodliwym zjawiskom toksykologicznym, zagrażającym stabilności mikrobiocenotycznej agrocenoz. Wyjaśnienie istoty powyższego zjawiska wymagać będzie dalszych studiów mikrobiocenotycznych, biochemicznych i ekologicznych, a głównie z zakresu toksykologii ekologicznej ekosystemów.

Na podstawie uzyskanych wyników można przyjąć, że zastosowane zabiegi agrotechniczne i konstrukcje zmianowań specjalistycznych przyczyniły się do uzyskania stosunkowo wysokich plonów (mimo niekorzystnych warunków klimatycznych) bez naruszenia stabilności ekologicznej badanych agrocenoz.

OGÓLNE WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań nad wpływem wybranych zmianowań specjalistycznych na kształtowanie się stabilności (homeostazy) agrobiocenoz i na ich produktywność można wysnuć następujące ogólne wnioski:

Zastosowane zabiegi agrotechniczne i zmianowania specjalistyczne, na tle konkretnych warunków ekologicznych, wywierają selekcyjny wpływ na kształtowanie się składu mikrobiocenotycznego i stabilność ekologiczną badanych biocenoz:

a) wzrostowi liczebności mikroflory i aktywności mikrobiologicznej przy uprawie roślin przemysłowych (burak cukrowy, rzepak ozimy) i pastewnych (koniczyna czerwona, lucerna siewna) towarzyszy wzrost ilościowy i jakościowy ich biomasy przy równoczesnym wzroście liczebności promieniowców antybiotycznych, co wpływa korzystnie na stabilność ekologiczną badanych biocenoz.

b) przy uprawach roślin zbożowych (jęczmień jary, pszenica ozima) stwierdzono występowanie grzybów toksynotwórczych z rodzaju *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*, odznaczających się szkodliwym wpływem na mikroorganizmy glebowe i rośliny uprawne.

c) środowiska glebowe w obiektach kontrolno-porównawczych, jakimi były pola ugorowe (ugór), charakteryzują się wyraźnie ukształtowanym i stabilnym składem mikrobiocenotycznym.

W badanych środowiskach glebowych, wybranych zmianowań specjalistycznych, stwierdzono występowanie kilkunastu gatunków promieniowców z rodzaju *Streptomyces*

grzybów z rodzaju *Acremonium*, *Aspergillus*, *Arachniotus*, *Helminthosporium*, *Monosporium*, *Mortierella*, *Penicillium* i *Verticillium* - posiadających swoiste uzdolnienia w zakresie degradacji mikotoksyn.

Wydaje się, że zaobserwowane u niektórych autochtonicznych mikroorganizmów glebowych swoiste uzdolnienia w zakresie degradacji mikotoksyn wskazują na istnienie w badanych mikrobiocenozach naturalnych sił obronnych przeciwdziałających zjawiskom toksykologicznym, zagrażającym stabilności ekologicznej agrobiocenoz i ich produktywności biologicznej.

Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowane zabiegi agrotechniczne i płodozmiiany dawały stosunkowo wysokie plony bez naruszenia stabilności ekologicznej agrobiocenoz.

LITERATURA

1. Balicka N.: Post. Mikrob., 22, 1, 87-94, 1983.
2. Barber D. A., Lynch J. M.: Soil Biol. & Biochem., 9, 305-308, 1977.
3. Bovay E.: La Recherche Agronom. en Suisse, 19, 1-48, 1980.
4. Carlson P. S.: The biology of crop productivity. Academic Press, New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco 1980.
5. Cole R. J., Cox R. H.: Handbook of toxic fungal metabolites. Academic Press, Inc., New York - London 1981.
6. Conn E. E.: Secondary plants products. Academic Press, New York - London 1981.
7. Dommergues Y. R., Belser R. W., Schmidt E. L.: Adv. in Microb. Ecol., 2, 49-109, 1978.
8. Dowdell R. J.: Phil. Trans. R. Soc., Lond. B., 296, 363-373, 1982.
9. Ellenberg H.: Ecol. Plant., 12, 1-22, 1977.
10. Frissel M. J., Van Veen J. A.: Phil. Trans. R. Soc. Lond. B., 296, 341 - 349, 1982.
11. Gasser J. K. R.: Phil. Trans. R. Soc., Lond. B., 296, 303-314, 1982.
12. Gołębiowska J.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 229, 109-117, 1979.
13. Gołębiowska J.: PTG., Prace Komisji Naukowych, Komisja Biologii Gleby, Zeszyt III/27, 5-17, 1982.
14. Hattori T.: Japan Agricultural Research Quarterly, 11, 24-29, 1977.
15. Jenkinson D. S.: Phil. Trans. R. Soc., Lond. B., 296, 563-571, 1982.
16. Kolenbrander G. J.: Fertilizers and pollution. Transaction of the 12-th Intern. Congress of Soil Science, 248-266, New Delhi 1982.
17. Leitgeb S., Smyk B.: Rostlinna Výroba, 27, 201-208, 1981.
18. Lynch J. M., Poole N. J.: Microbial ecology, a conceptual approach. John Wiley & Sons., New York-Toronto 1979.
19. Lynch J. M., Panting L. N.: Soil Biol. & Biochem., 12, 29-33, 1980.
20. McIntyre A. D., Mills C. F.: Ecological toxicology research. Plenum Press, New York and London 1975.
21. Niewiadomski W.: Zesz. Nauk. ART Olszt. Rol., 29, 5-14, 1980.
22. Paul E. A., Juma N. G.: Ecol. Bull. (Stockholm), 33, 179-195, 1981.
23. Ryszkowski L.: PTG., Prace Komisji Naukowych. Komisja Biologii Gleby, Zeszyt III/27, 39-51, 1982.
24. Smyk B.: Mykotoxine bildende Mikroorganismen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bedeutung in Agrarböden. 10-th Intern. Congress of Soil Science. Izd. Nauka, Moscow, 3, 143-150, 1974.
25. Smyk B.: Zesz. Nauk. ART Olszt., Rol., 29, 41-56, 1980.
26. Smyk B., Rózycki E., Marciniowska K., Czachor M., Barabasz W., Bis H.: Acta Agraria et Silvestria, ser. Agraria, 21, 95-127, 1982.

27. Smyk B., Różycki E., Barabasz W.: Acta Agraria et Silvestria, Ser. Agraria, 23, 149-174, 1984.
28. Spedding C. R. W.: The biology of agricultural systems. Academic Press, London-New York 1975.
29. Spedding C. R. W., Brockington N. R.: Agro-Ecosystems, 2, 165-172, 1976.
30. Spedding C. R. W., Walsingham J. M., Hoxey A. M.: Biological efficiency in agriculture. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco 1981.
31. Stadelmann F. X., Furrer O. J., Gupta S. K., Lischer P.: Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Bodenkunde, 146, 2, 228-242, 1983.
32. Trojan P.: Homeostaza ekosystemów. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo PAN, Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk 1980.

Болеслав Смык, Кристина Марциновска, Эдвард Ружицки

ВЛИЯНИЕ ВЫБРАННЫХ СПЕЦИАЛИЗОВАННЫХ СЕВООБОРОТОВ
НА СТАБИЛЬНОСТЬ (ГОМЕОСТАЗ) АГРОБИОЦЕНОЗОВ И БИОЛОГИЧЕСКУЮ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭКОСИСТЕМ

Р е з ю м е

На основании полученных результатов исследований по микробиологии, биологии и экологической токсикологии культурных почв установлено, что применяемые агротехнические мероприятия и возделываемые культуры и исследуемых специализованных севооборотах оказывают селекционирующее влияние на образование количественного и качественного состава климактерических биоценозов. При этом наблюдалось, что рост численности микрофлоры в возделывании промышленных культур (сазарная свекла, озимый рапс) и кормовых культур (клевер красный, люцерна посевная) сопутствуется количественным и качественным увеличением их биомассы, что оказывает благоприятное влияние на экологическую стабильность исследуемых биоценозов. При возделывании же зерновых культур (яровой ячмень и озимая пшеница) наблюдалось появление токсикотворных грибов из видов *Aspergillus*, *Fusarium* и *Penicillium*.

Метаболиты указанных токсикотворных грибов, т. наз. микотоксины, характеризуются вредным влиянием на почвенные микроорганизмы и культурные растения.

Bolesław Smyk, Krystyna Marciniowska, Edward Różycki

EFFECT OF SELECTED SPECIALISTIC CROP ROTATIONS ON THE STABILITY
(HOMEOSTASIS) OF AGROBIOCENOSES AND BIOLOGICAL PRODUCTIVITY
OF ECOSYSTEMS

Summary

It has been found on the basis of results on the investigations on microbiology, biology and ecological toxicology of cultivated soils that the applied agrotechnical measures and sown crops in the investigated specialistic crop rotations exert a selectioning effect on the formation of quantitative state and qualitative composition of climacteric biocenoses. It was observed also that the growth in numbers of microflora in cultivation of industrial crops (sugar beets, winter rape) and fodder crops (red clover, alfalfa) was accompanied by the quantitative and qualitative growth of their biomass, what affected favourably the ecological stability of biocenoses under study. In cultivation of cereals (summer barley and winter wheat) the appearance of toxicogenic fungi of the *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* genera was observed.

Metabolites of the toxicogenic fungi, known as mycotoxins, are characterized by a harmful effect on soil microorganisms and crops.