

WSPÓLZALEŻNOŚCI MIĘDZY SPOSOBEM NAWOŻENIA  
PSZENICY OZIMEJ, JEJ PŁONEM A LICZEBNOŚCIĄ BAKTERII  
OLIGOTROFICZNYCH, ZYMOGENICZNYCH I GRZYBÓW

*M. Dąbek-Szreniawska<sup>1</sup>, A. I. Wyczółkowski<sup>1</sup>, J. Kuś<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego  
Polska Akademia Nauk, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

<sup>2</sup>Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Al. Królewska 1, 24-100 Puławy

**Streszczenie:** Celem podjętych badań było określenie relacji pomiędzy liczebnością badanych mikroorganizmów a właściwościami fizykochemicznymi gleby i plonem pszenicy ozimej. Równocześnie starano się przedstawić wpływ nawożenia organicznego, mineralnego i rośliny na liczebność wybranych grup drobnoustrojów glebowych. Liczebność bakterii zymogenicznych, oligotroficznych i grzybów w glebie z nawożeniem organicznym (uprawa ekologiczna) była wyższa niż w glebie nawożonej nawozami mineralnymi. Poddane pomiarom grupy mikroorganizmów: bakterie oligotroficzne, bakterie zymogeniczne, grzyby wykorzystują substancję organiczną w znacznie większym stopniu niż mineralną i z reguły takie rezultaty pomiaru ich liczebności uzyskiwano, jeśli dla interpretacji wyników wykorzystywano standardowe sposoby prezentacji liczebności w odniesieniu do jednostki świeżej lub suchej masy gleby. Na podstawie przedstawionych badań można wnioskować, że najlepszą zgodność liczebności mikroorganizmów glebowych z uzyskiwanymi plonami udało się otrzymać, gdy dla prezentacji wyników użyto, 1 cm<sup>3</sup> roztworu glebowego jako jednostkę odniesienia.

**Słowa kluczowe:** sposób uprawy, mikroorganizmy, charakterystyka fizyko-chemiczna gleb, pszenica ozima

## WSTĘP

W glebach pokrytych naturalną szatą roślinną, istnieje pewna równowaga pomiędzy składem jonowym roztworu glebowego, fazą stałą gleby, (w tym ilością związków próchnicznych) a jej częścią żywą - mikroorganizmami i mikrofauną. Jak stwierdził Badura [3, 4] równowaga ta w takim środowisku jest kształtowana przez zespół czynników glebotwórczych. W warunkach gospodarki rolnej równowaga ta jest zmieniana przez działalność człowieka, dążącego do pozyskania maksymalnego plonu, ale tylko jednego gatunku roślin z danego pola. Wymusza to stosowanie zespołu zabiegów uprawowych i odpowiednio dobranych rodzajów i dawek nawozów, oraz dużych ilości środków ochrony roślin. Nawozy te, a głównie nawozy mineralne i pestycydy zawierają często domieszki substancji trujących np. metali [10, 11, 13].

Nauka o współzależności różnych czynników środowiska glebowego zakłada, że czynniki biotyczne są zależne od czynników nieożywionych lecz równocześnie przez swą działalność fizjologiczną mogą je modyfikować. Zespoły składników fizyko – chemicznych i biologicznych tworzą otwarty układ ekologiczny [21].

Badura przedstawiając drobnoustroje jako czynnik ekologiczny [1-4] stwierdza, że występuje zależność pomiędzy mikroorganizmami a typem podłoża, między wytworzoną substancją organiczną a ukształtowaniem się zespołów mikrobiologicznych. Uważa się, że charakter fizyczny środowiska oraz pokrywa roślinna mają decydujący wpływ na populację mikroorganizmów, zwłaszcza heterotroficznych.

Współdziałanie mikroorganizmów i roślin wyższych doprowadza do powstania pewnego rodzaju równowagi w środowisku glebowym. Równowagę tę może zakłócać każdy nowy dopływ substancji chemicznej lub zmiany właściwości fizyko – chemicznych gleby. Utrzymanie tej równowagi jest celem współczesnych metod agrotechnicznych związanych z intensyfikacją rolnictwa. Jak zwraca uwagę Smyk [22] stosowanie współczesnych metod agrotechnicznych spowodowało przerezedzenia a nawet całkowity zanik dużej liczby gatunków mikroorganizmów, roślin i zwierząt na obszarach intensywnych upraw rolniczych, przy jednoczesnym rozwoju innych, z których wiele stało się szkodnikami i pasożytami roślin uprawnych.

Celem podjętych badań było określenie relacji pomiędzy liczebnością badanych mikroorganizmów a właściwościami fizykochemicznymi gleby i plonem pszenicy. Równocześnie starano się przedstawić wpływ nawożenia organicznego, mineralnego i rośliny na liczebność wybranych grup drobnoustrojów glebowych.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na glebie z doświadczeń uprawowych prowadzonych w warunkach polowych. Były one próbą weryfikacji teoretycznych założeń, czy występują istotne różnice wywołane zróżnicowanym nawożeniem – organicznym lub mineralnym pomiędzy wybranymi grupami mikroorganizmów i ich aktywnością metaboliczną. Badano jeden typ gleby, pod taką samą ale różnie nawożoną rośliną.

Materiałem do badań były próbki gleby pobrane z pól obiektów długoletnich doświadczeń statycznych prowadzonych przez IUNG w Puławach. Pola te były zlokalizowane w Stacji Doświadczalnej Osiny (woj. lubelskie). Glebę pól doświadczalnych oznaczono jako glebę płową wytworzoną z gliny zwałowej o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego, kompleks przydatności rolniczej – żytni bardzo dobry. Charakterystykę gleboznawczo-chemiczną umieszczono w Tabeli 1. Próby gleby pobierano spod uprawy pszenicy ozimej odmiany Kobra.

Ogólne założenia i szczegółowy opis doświadczeń uprawowych dotyczących porównania systemów produkcji roślinnej: „ekologicznej” – tylko z nawożeniem organicznym, i „konwencjonalnej” – tylko z nawożeniem mineralnym przedstawił Kuś [14, 15].

Badania mikrobiologiczne prowadzono przez dwa sezony wegetacyjne w latach 1996-98, w terminach odpowiadających: wiosennemu ruszeniu wegetacji pszenicy ozimej (termin 1 danego roku – w tabelach i wykresach); kłoszeniu i początkowi kwitnienia roślin pszenicy (termin 2 danego roku); po sprzęcie roślin z pola (termin 3 danego roku). Glebę z pól pobierano z warstwy ornej (0-20 cm). Po przewiezieniu do laboratorium przesiewano przez sito o oczkach średnicy 3,15 mm i przechowywano w temperaturze około 6 °C przez 1 - 4 dni. Z tak spreparowanych próbek, w celu poznania liczebności wybranych zespołów mikroorganizmów i zmian zachodzących w tych zespołach, wykonywano wysiewy mikrobiologiczne według standardowych metod dla określenia liczebności drobnoustrojów na pożywkach agarowych:

1. bakterii zymogenicznych na bulionie odżywczym wzbogaconym (pożywka NB) o składzie: bulion odżywczy wzbogacony (WSS Warszawa) 7,00 g., woda destylowana 1000 cm<sup>3</sup>, agar 16,00 g;
2. bakterii oligotroficznych na wyciągu glebowym (pożywka DSE) o składzie: wyciąg glebowy 300 cm<sup>3</sup>, woda wodociągowa 700 cm<sup>3</sup>, agar 16,00 g;
3. grzybów ogółem na pożywce Martina z różem bengalskim [18].

**Tabela 1.** Charakterystyka fizyko-chemiczna prób gleby spod uprawy pszenicy w roku doświadczalnym 1997.

**Table 1.** Some physico-chemical properties of soil samples under wheat cultivation, 1997

Właściwości gleby	Nawożenie					
	mineralne			organiczne		
	termin pomiaru			termin pomiaru		
	1	2	3	1	2	3
Powierzchnia właściwa, m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	13,80	b.d.*	12,80	27,50	b.d.*	27,50
Gęstość obj., Mg m <sup>-3</sup>	2,14	2,26	2,32	2,15	2,15	2,15
Wilgotność, % g/g	6,88	5,95	9,05	11,68	10,41	14,76
C organiczny, % g/g	0,66	0,74	0,84	1,26	0,95	1,008
C utleniający, % g/g	51,90	53,33	58,48	39,24	43,09	50,13
Odczyn gleby w H <sub>2</sub> O	6,31	6,45	6,38	6,28	6,54	6,30
Odczyn gleby w KCl	5,91	5,51	5,63	5,61	5,68	5,43

Objaśnienia: terminy pomiarów: 1 – wschody roślin; 2 – strzelanie w źdźbło; 3 – po sprzęcie roślin;  
b.d.\* - brak danych;

Abbreviations: 1- wheat emergence, 2 – shooting, 3 – after harvest; b.d.\* - no data

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki badań przedstawiono na Rysunku 1 i w Tabelach 2-4. Jak obrazuje Rys. 1a liczebność bakterii oligotroficznych w badanych próbkach gleb, spod uprawianej pszenicy ozimej z wyjątkiem dwóch terminów analiz, nie różni się pomiędzy polami nawożonymi kompostem obornikowo-roślinnym, a nawożonymi NPK. Liczebność bakterii oligotroficznych charakteryzowała się najniższymi wartościami po sprzęcie

rośliny z pola, zarówno w roku 1997 jak i w roku 1998. Można tłumaczyć to tym, że ilość biogenów wprowadzonych z nawozami została wyczerpana, a proces intensywnego rozkładu resztek poźniwnych był dopiero w stadium początkowym.

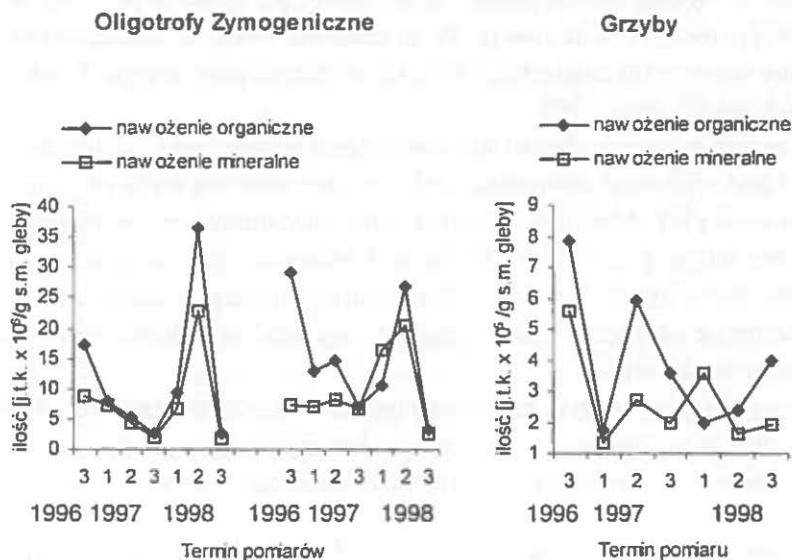
Drobnoustroje zymogeniczne (Rys. 1) nastawione na wykorzystywanie świeżej substancji organicznej, występowały liczniej w glebie nawożonej nawozem organicznym, oraz z większą ilością materii organicznej pozostawionej z resztkami roślin przedplonu (koniczyny czerwonej). W liczebności bakterii zymogenicznych również obserwuje się wyraźne obniżenie ich ilości w okresie poźniwnym. Tendencja ta była bardziej wyraźna w roku 1998.

W trakcie przeprowadzonych badań nie zauważono zwiększania się liczebności grzybów (Rys. 1) pod wpływem nawożenia NPK, o czym donoszą także inni autorzy jak Myśków i Stasiak [19], Myśków i Ziemia [20]. Utrzymywanie się liczebności grzybów na prawie stałym poziomie w glebie pod pszenicą uprawianą w systemie konwencjonalnym, może być związane z zastosowaniem różnego rodzaju nawozów azotowych. Liczebność grzybów jest znacznie wyższa w glebie nawożonej organicznie, niż nawożonej NPK.

Rozważania dotychczasowe wyraźnie wskazują, że rodzaj nawożenia (mineralne, organiczne) ma mniejszy wpływ na aktywność badanych grup drobnoustrojów, aniżeli okres wegetacji i związana z nim faza fenologiczna rozwoju rośliny uprawianej.

Fizyczne i fizykochemiczne właściwości gleby stwarzają nie tylko specyficzne warunki życia mikroorganizmów, lecz także rzutują na interpretację wyników uzyskiwanych w pomiarach liczebności, co wykazali Malicki [16], Malicki i in. [17], Dąbek-Szreniawska [6]. Malicki [16] zaproponował prezentację wyników badań mikrobiologicznych, poza stosowanym sposobem w odniesieniu do 1 grama suchej gleby, przedstawianie liczebności drobnoustrojów glebowych w odniesieniu do 1 grama wilgotnej gleby,  $1\text{ cm}^3$  porowatości gleby,  $1\text{ cm}^3$  roztworu glebowego opierając się na właściwościach fizykochemicznych gleby, takich jak: porowatość, ciężar objętościowy, wilgotność. Według autora, w trakcie prezentowania wyników badań mikrobiologicznych, powinna być podawana podstawowa charakterystyka badanej gleby. Brak takiej charakterystyki nie tylko uniemożliwia pełną interpretację wyników, lecz może także prowadzić do interpretacji fałszywych [16]. W oparciu o te przesłanki, uzyskiwane przez nas wyniki badań mikrobiologicznych odnoszono kolejno do: 1 grama świeżej masy gleby, 1 grama suchej masy gleby,  $1\text{ cm}^3$  gleby,  $1\text{ cm}^3$  roztworu glebowego, a także do 1 grama węgla organicznego badanej gleby i 1

grama węgla łatwo utleniającego. Sposoby prezentacji wyników w odniesieniu do podanych jednostek przedstawiono w pracy Dąbek-Szreniawskiej i wsp. dotyczących precyzji i dokładności pomiarów mikrobiologicznych, a oddanych do druku w 1999 [9] oraz Dąbek-Szreniawskiej i in. [8].



Rys. 1. Liczebność wybranych grup drobnoustrojów.

Fig. 1. Number of selected group of microorganisms.

Wyniki badań mikrobiologicznych i plon pszenicy uzyskany w roku 1997 przedstawiono w Tabelach 2, 3 i 4.

W Tabeli 1 umieszczono charakterystykę fizyko-chemiczną badanej gleby, uzyskaną na podstawie badań przeprowadzonych przez Sokołowską i wsp. [23, 24] i Hajnosa i wsp. [12]. Wykorzystując otrzymane wyniki, wyznaczono współzależność między liczebnością wybranych grup mikroorganizmów a właściwościami fizycznymi i fizykochemicznymi gleby.

Tabela 2. Liczebność bakterii oligotroficznych w uprawie pszenicy (j.t.k. x 10<sup>6</sup>), 1997Table 2. Number of oligotrophic bacteria in wheat cultivation (j.t.k. x 10<sup>6</sup>), 1997

Jednostki przeliczeniowe	Termin pomiaru	Nawożenie		M/O
		mineralne	organiczne	
N g <sup>-1</sup> świeżej gleby	1	6,797	6,995	0,97
	2	4,035	4,399	0,91
	3	1,955	2,276	0,85
N g <sup>-1</sup> suchej gleby	1	7,300	7,920	0,92
	2	4,290	4,910	0,87
	3	2,150	2,670	0,80
N cm <sup>-3</sup> gleby	1	15,622	17,028	0,91
	2	9,695	10,556	0,92
	3	4,988	5,740	0,87
N cm <sup>-3</sup> roztworu glebowego	1	98,793	59,888	1,64
	2	67,815	42,257	1,60
	3	21,602	15,420	1,40
N g <sup>-1</sup> C organiczny	1	1106,060	628,571	1,75
	2	579,729	516,842	1,12
	3	255,952	264,880	0,97
N g <sup>-1</sup> C utleniały	1	2131,137	1601,863	1,33
	2	1087,059	1199,447	0,91
	3	437,686	528,386	0,83
Plon, Mg ha <sup>-1</sup>		5,70	3,51	1,62

Objaśnienia: j.t.k.- jednostki tworzące kolonie; 1, 2, 3 - terminy analiz jak w Tabeli 1; n- liczebność droboustrojów; M/O – stosunek ilości otrzymanej przy nawożeniu mineralnym do ilości przy nawożeniu organicznym.

Abbreviations: j.t.k.- colonies forming unit; 1, 2, 3 – measurement periods as in Table 1; n – number of microorganisms; M/O – ratio of the number of microorganisms to plant crops in minerally and organically fertilized soil

Bakterie oligotroficzne gleby pod pszenicą (Tabela 2), gdy ich liczebność przelicza się na 1 g świeżej gleby, 1 g suchej gleby (Rys.1a) lub 1 cm<sup>3</sup> gleby dają

podobne wartości względne i widać stymulujący wpływ nawożenia organicznego. Gdy liczebność tych bakterii przeliczy się na 1 cm<sup>3</sup> roztworu glebowego, 1 g C organicznego lub 1 g C utlenialnego, to liczebność ich w poszczególnych terminach jest podobna do liczebności przy innych przelicznikach, ale uwidacznia się stymulujące działanie nawożenia mineralnego.

Tabela 3. Liczebność bakterii zymogennych (j.t.k. x 10<sup>6</sup>) w uprawie pszenicy, 1997

Table 3. Number of zymogenous bacteria (j.t.k. x 10<sup>6</sup>) under wheat cultivation, 1997

Jednostki przeliczeniowe	Termin pomiaru	Nawożenie		M/O
		mineralne	organiczne	
N g <sup>-1</sup> świeżej gleby	1	6,602	11,402	0,58
	2	8,746	13,196	0,66
	3	5,993	6,001	0,99
N g <sup>-1</sup> suchej gleby	1	7,090	12,910	0,55
	2	9,300	14,730	0,63
	3	6,590	7,040	0,93
N cm <sup>-3</sup> gleby	1	15,172	26,015	0,58
	2	21,018	31,669	0,66
	3	15,288	15,136	1,01
N cm <sup>-3</sup> roztworu Glebowego	1	95,959	97,619	0,98
	2	146,991	126,762	1,16
	3	66,221	40,657	1,69
N g <sup>-1</sup> C organiczny	1	1074,242	1024,603	1,05
	2	1256,757	1550,526	0,81
	3	784,524	698,413	1,12
N g <sup>-1</sup> C utlenialny	1	2069,830	2611,119	0,79
	2	2356,567	3598,405	0,56
	3	1342,214	1393,204	0,96
Plon, Mg ha <sup>-1</sup>		5,70	3,51	1,62

Objaśnienia: jak w Tabeli 2

Abbreviations: as in Table 2



Bakterie zymogeniczne (Tabela 3) w glebie pod pszenicą są liczniejsze na polach nawożonych nawozami organicznymi, niezależnie od stosowanego przelicznika, z wyjątkiem gdy jako jednostkę przeliczeniową zastosowano  $1 \text{ cm}^3$  roztworu glebowego.

Liczebność grzybów (Tabela 4) jest najbardziej zróżnicowana w zależności od porównywanych czynników fizycznych i fizyko-chemicznych gleb. Grzyby jak się wydaje, są najbardziej związane z formami pokarmu dostarczonymi z nawożeniem organicznym. Wskazuje na to duża przewaga ich liczebności w glebie pól nawożonych organicznie w stosunku do liczebności w glebie nawożonej nawozami mineralnymi.

Zabiegi uprawowe prowadzone są dla pozyskiwania wysokich i odpowiedniej jakości plonów. Prowadząc badania mikrobiologiczne w obiektach scharakteryzowanych: sposobem nawożenia, uprawianą rośliną, właściwościami agrofizycznymi gleb [8, 15, 23, 25] postanowiono sprawdzić, jaki sposób prezentacji wyników pomiarów liczby mikroorganizmów glebowych będzie odpowiadał wynikom uzyskanym w otrzymanych plonach. Dla osiągnięcia założonego celu, rezultaty badań mikrobiologicznych porównywano z uzyskiwanymi plonami pszenicy otrzymanymi przez IUNG w Puławach, co przedstawiono w Tabelach 2-4.

Pszenica ozima lepiej (w okresie badań) plonowała na obiektach nawożonych mineralnie niż na obiektach nawożonych organicznie. Proporcja między plonami w nawożeniu mineralnym a organicznym wynosiła 1.62 (Tabele 2-4).

Dysponując pomiarami z trzech terminów (związanych z fazami wzrostu upraw) i pomiarami plonów starano się ze zbiorów danych wyselekcjonować te przypadki, gdzie proporcję w liczebnościach (i w założeniu w biomasach mikroorganizmów) były podobne do proporcji pozyskanych plonów. Okazuje się, że najczęściej zbieżność proporcji występowała wówczas, jeśli punktem odniesienia był nie 1 gram masy gleby, a  $1 \text{ cm}^3$  roztworu glebowego, następnie 1 gram węgla organicznego. i kolejno  $1 \text{ cm}^3$  gleby podobnie do grama węgla łatwo utleniającego. Nie wykazano zbieżności proporcji, gdy jednostką odniesienia były zarówno 1 gram świeżej, jak i 1 gram suchej masy gleby. Zgodność z proporcją plonów (Tabela 2) wystąpiła 3 razy po przeliczeniu liczby bakterii oligotroficznych na  $1 \text{ cm}^3$  roztworu glebowego i 1 raz, gdy liczebność przeliczono na 1 gram węgla organicznego. Tabela 3 przedstawia, iż po przeliczeniu liczebności bakterii zymogenicznych na  $1 \text{ cm}^3$  roztworu glebowego zgodność z proporcją plonów wystąpiła 2 razy i 1 raz po przeliczeniu na 1 gram

węgla organicznego. Zgodność z proporcją plonów i liczebnością grzybów (Tabela 4) występowała 2 razy po przeliczeniu na 1 cm<sup>3</sup> roztworu glebowego i 1 raz po przeliczeniu na 1 gram węgla organicznego.

Tabela 4. Liczebność grzybów (j.t.k. x 10<sup>5</sup>) w uprawie pszenicy, 1997

Table 4. Number of fungi (j.t.k. x 10<sup>5</sup>) under wheat cultivation, 1997

Jednostki przeliczeniowe	Termin Pomiaru	Nawożenie		M/O
		mineralne	organiczne	
N g <sup>-1</sup> świeżej gleby	1	1,300	1,600	0,81
	2	2,550	5,325	0,48
	3	2,725	3,025	0,90
N g <sup>-1</sup> suchej gleby	1	1,390	1,810	0,77
	2	2,711	3,944	0,46
	3	2,996	3,549	0,84
N cm <sup>-3</sup> gleby	1	2,975	3,891	0,76
	2	6,127	12,779	0,48
	3	6,951	7,630	0,91
N cm <sup>-3</sup> roztworu Glebowego	1	18,895	13,698	1,38
	2	42,857	51,153	0,84
	3	30,110	20,494	1,47
N g <sup>-1</sup> C organiczny	1	210,606	143,651	1,47
	2	366,351	625,684	0,59
	3	356,666	352,083	1,01
N g <sup>-1</sup> C utleniały	1	405,792	366,083	1,11
	2	686,951	1452,039	0,47
	3	608,897	702,339	0,87
Plon, Mg ha <sup>-1</sup>		5,70	3,51	1,62

Objaśnienia: jak w Tabeli 2

Abbreviations: as in Table 2

Rozpatrując przedstawione wyniki można wnioskować, że najlepszą zgodność liczebności (biomasy) mikroorganizmów glebowych z uzyskiwanymi plonami udało się otrzymać, gdyby dla prezentacji wyników użyć, jako jednostkę

odniesienia, zwilżoną powierzchnię gleby z uwzględnieniem zasobności roztworu glebowego w węglowy substrat.

Malicki i in. [17], podejmowali próby odniesienia liczebności mikroorganizmów do zwilżonej powierzchni (gleby), co zostało przedstawione w opracowaniu dotyczącym skutków ugniatania gleby w trakcie zabiegów agrotechnicznych. Natomiast związki liczebności mikroorganizmów z innymi jednostkami fizykochemicznymi charakteryzującymi środowisko glebowe przedstawili także Dąbek-Szreniawska [5, 6] oraz Dąbek-Szreniawska i in. [7, 8].

### WNIOSKI

Liczebność bakterii zymogenicznych, oligotroficznych i grzybów w glebie z nawożeniem organicznym (uprawa ekologiczna) była wyższa niż w glebie nawożonej nawozami mineralnymi. Poddane pomiarom grupy mikroorganizmów: bakterie oligotroficzne, bakterie zymogeniczne, grzyby wykorzystują substancję organiczną w znacznie większym stopniu niż mineralną i z reguły takie rezultaty pomiaru ich liczebności uzyskiwano, jeśli dla interpretacji wyników wykorzystywano standardowe sposoby prezentacji liczebności w odniesieniu do jednostki świeżej lub suchej masy gleby.

Na podstawie przedstawionych badań można wnioskować, że najlepszą zgodność liczebności (biomasy) mikroorganizmów glebowych z uzyskiwanymi plonami udałoby się otrzymać, gdyby dla prezentacji wyników użyć, jako jednostkę odniesienia, zwilżoną powierzchnię gleby z uwzględnieniem zasobności roztworu glebowego w węglowy substrat. Z badań powyższych wynika również, że plony roślin nie muszą być jednoznacznie skorelowane ze stosowaną agrokulturą (a głównie nawożeniem), jak również liczbą mikroorganizmów.

### PIŚMIENNICTWO

1. **Badura L.:** Próby uchwycenia zależności mikroflory od szaty roślinnej. *Wiad. Botan.*, 8, 195-204, 1964.
2. **Badura L.:** Nowe aspekty wpływu pewnych substancji organicznych na kształtowanie glebowego siedliska roślin. *Kosmos ser.A* 18 (3), 251-260, 1969.

3. **Badura L.:** Mikroorganizmy w ekopodsystemach glebowych - ich występowanie i funkcje. *Post. Mikrobiol.* 24 (3), 153-185, 1985.
4. **Badura L.:** Pojęcie ekosystemu w ekologii mikroorganizmów. *Kosmos* 40, 2-3, 257-254, 1991.
5. **Dąbek-Szreniawska M.:** Results of microbiological analysis related to soil physical properties. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 398, 1-6, 1992.
6. **Dąbek-Szreniawska M.:** Effect of keratin - carbamide fertilization on microorganisms in soil aggregates. *Polish J. Soil Sci.* 26 (1), 49-57, 1993.
7. **Dąbek-Szreniawska M., Kondracka B., Lipiec J., Malicki J., Tarkiewicz S.:** Influence of soil compaction and suction pressure on the number of microorganisms. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 398, 7-11, 1992.
8. **Dąbek-Szreniawska M., Sokolowska Z., Stotzky G., Collins Y.:** The interaction between microbiological and physico-chemical properties as an indicator of soil quality. *Post. No. N-209/Poster Bd 291, Abstracts of 99th Meeting of ASM, May 30-June 3, Chicago, Illinois, 1999.*
9. **Dąbek-Szreniawska M., Stotzky G., Collins Y., Malicki J.:** Accuracy and reoccurrence in measuring the number of soil microorganisms. *Soil Sci*, 1999a, (w druku).
10. **Głębski M.:** Czynniki glebowe oraz nawozowe wpływające na przyswajanie metali ciężkich przez rośliny. *Post. Nauk Roln.* 45, (5), 3-16, 1998.
11. **Gorlach E., Gambuś F.:** Nawozy fosforowe i wieloskładnikowe jako źródło zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 448a, 139-146, 1997.
12. **Hajnos M., Sokolowska Z., Dąbek-Szreniawska M., Kus J.:** Influence of cultivation system (ecological and conventional) on porosity of podzolic soil. *Polish J. Soil Sci.* 31, 33-41, 1988.
13. **Jarosz W., Nowińska Z.:** Zawartość metali ciężkich w nawozach mineralnych i wapnie odpadowym. *Post. Nauk. Roln.* (4), 39-43, 1992.
14. **Kuś J.:** Systemy gospodarowania w rolnictwie. *Rolnictwo ekologiczne.* Wyd. IUNG Puławy, Puławy, 1-62, 1996.
15. **Kuś J.:** Wstępne porównanie trzech systemów produkcji roślinnej (konwencjonalny, integrowany i ekologiczny). *Rocz. AR Pozn. CCCVII, Roln.* 52, 119-126, 1998.
16. **Malicki J.:** Fizyczne właściwości gleb a ich mikrobiologiczna analiza. *Post. Nauk Roln.* (3), 45-70, 1980.
17. **Malicki J., Bieganowski A., Dąbek-Szreniawska M.:** Mathematical modeling of biological activity in differently compacted soils. *Soil Tillage Res.* 19, 357-362, 1991.
18. **Martin J.P.:** Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Sci.*, 69, 215-232, 1950.

19. Myśków W., Stasiak S.: Wpływ wieloletniego nawożenia na aktywność biologiczną i substancje organiczne gleby. IUNG Puławy ser. R 110 cz. II, 49-56, 1976.
20. Myśków W., Zięba S.: Zawartość i właściwości próchnicy w glebach w zależności od nawożenia mineralnego i organicznego. IUNG, Puławy ser. S 32, 1-64, 1982.
21. Richards B.N.: Wstęp do ekologii gleby. PWN, Warszawa, 1-326, 1979.
22. Smyk B.: Mikroorganizmy a stabilność ekosystemów polowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 306, 127-140, 1985.
23. Sokółowska Z., Hajnos M., Bowanko G., Dąbek-Szreniawska M., Wyczółkowski A.: Zmiany niektórych fizyko-chemicznych właściwości gleby uprawianej konwencjonalnie i ekologicznie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 460, 351-360, 1998.
24. Sokółowska Z., Hajnos M., Dąbek-Szreniawska M.: Relation between adsorption of water vapor, specific surface area and kind of the cultivation system. Polish J. Soil Sci., 1999 (w druku).
25. Wyczółkowski A.I., Dąbek-Szreniawska M., Kucwaj T., Książopolska A., Stawiński J., Jończyk K., Kuś J.: Zespoły wybranych mikroorganizmów gleby w zależności od sposobu jej uprawy. [w] Ekologiczne aspekty mikrobiologii gleby. A. Sawicka, G. Durska (red.) 357-363, Akademia Rolnicza, Poznań, 1998.

## RELATIONS BETWEEN KIND OF FERTILIZATION, THE NUMBER OF OLIGOTROPHICS, ZYMOGENOUS AND FUNGI AND WINTER WHEAT CROP

*M. Dąbek-Szreniawska<sup>1</sup>, A. I. Wyczółkowski<sup>1</sup>, J. Kuś<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27, Poland

<sup>2</sup> Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Str. Królewska 1, 24-100 Puławy, Poland

### SUMMARY

The relation between the number of microorganisms, plant crop and physico-chemical characteristics of the soil were determined. In addition, the work focused on presentation of organic and mineral fertilizers and the plant cultivated (winter wheat) and their influence on the number of oligotrophics and zymogenous bacteria and fungi. Groups of examined microorganisms utilized in higher degree added organic substance than mineral one. The number of soil microorganisms related to the crops when it was counted per 1 cm<sup>3</sup> of soil solution.

Keywords: kind of cultivation, soil microorganisms, physico-chemical soil characteristics, winter wheat

