

## ZAGADNIENIE AKTYWNOŚCI BIOLOGICZNEJ GLEB LEKKICH

N. BALICKA i Z. SOCHACKA

Katedra Mikrobiologii Rolnej WSR — Wrocław

Badanie aktywności gleb lekkich prowadzimy w oparciu o polowe doświadczenia uprawowe. Nasza dotychczasowa praca polegała na próbach wykorzystania do tego celu niektórych wskaźników mikrobiologicznych.

Gleby lekkie stwarzają dosyć specyficzne warunki dla rozwoju mikroflory. Skromny na ogół zapas substancji organicznej oraz wilgoci stanowi czynnik hamujący. Równocześnie jednak, luźna struktura i łatwy dostęp powietrza pozwala na jej gwałtowny rozwój, w wypadku poprawy stosunków wodnych i pokarmowych. Dlatego słuszne jest przypuszczenie, że reakcja mikroflory gleb lekkich na różne zabiegi agrotechniczne będzie silna i szybka. Dzięki temu gleby te stanowią dobry model dla badania zjawisk specyficznych zarówno dla nich, jak też i właściwych innych typom gleb. Pozostaje to prawdopodobnie w związku z tym, że przy mniejszej ilości koloidów glebowych, słabiej zachodzi sorbowanie drobnoustrojów i produktów przez nie wytwarzanych.

Z doświadczeń prowadzonych przez Zakład Doświadczalny IUNG w Laskowicach Oławskich\*) wybrano fragment, w którym obserwowano wpływ różnych sposobów użytkowania na kilku typach gleb lekkich na tzw. aktywność biologiczną. Wybrano zadarnienie wieloletnie i uprawę polową na luźnym piasku (w tabelach oznaczone jako I), oraz uprawę polową i ogrodową na glebie piaszczystej ale nieco zwięźlejszej (ozn. jako II). Jako kryterium dla ich oceny przyjęto następujące wskaźniki: ogólną ilość bakterii i promieniowców oraz azotobaktera, obecność witaminu B<sub>2</sub> i niektórych enzymów w glebie.

Obecność enzymów w glebie należy rozumieć jako zjawisko kompleksowe i uważać za ich źródło zarówno drobnoustroje jak też i rośliny żywe lub resztki roślinne. Wynika to z teoretycznych rozważań i z prac badawczych szeregu autorów jak Hofman, Krasilnikow, Drob-

---

\*) Pod kierunkiem prof. dr B. Świętochowskiego.

nik, Awdejewicz, Kuprewicz, Kiss i innych. Nasze próby też wskazują zarówno na udział roślinnego jak i drobnoustrojowego komponenta w tym zjawisku — chociaż niezupełnie jasne jest w jakim stopniu partycypują w produkcji poszczególnych enzymów.

W naszej pracy braliśmy pod uwagę obecność w glebie sacharazy, asparaginazy i ureazy. Pomiary przeprowadzono metodą Hofmanna.

Dla oznaczenia ilości ryboflawiny zastosowano metodę mikrobiologiczną, używając jako organizmu testowego *Lactobacillus casei*. Występowanie witaminów w glebie jest wskaźnikiem podobnego typu jak enzymy. Krasilnikow w szeregu swoich prac wskazuje na zależność pomiędzy ilością witaminów a jakością gleby. Oznaczenie przeprowadziliśmy dwukrotnie.

Liczebność azotobaktera w glebie, który jest bardzo dobrym wskaźnikiem własności fizycznych i zasobności pokarmowej gleby, oznaczono metodą płytkową.

Ogólną ilość bakterii i promieniowców policzono również na płytkach na podłożu agarowym z wyciągiem glebowym lub glukozą jako źródłem węgla.

Jednorazowo skontrolowano intensywność procesu nitryfikacji ponieważ jest on również uważany za miarę aktywności gleby. Zdolność nitryfikacyjną gleby określano na podstawie ilości azotynów nagromadzonych w pożywce płynnej zaszczerpionej próbkami badanych gleb, po 20 dniach inkubacji.

Badania prowadzone na terenie Laskowic w ciągu trzech lat ujęto w zestawieniach 1—3.

Rozpatrując układ poszczególnych wskaźników widzimy przede wszystkim niejednakową ich przydatność dla oceny jakości gleby. Wyniki dotyczące ogólnej ilości bakterii i promieniowców są niewyrównane i nie wykazują wyraźnych różnic pomiędzy poszczególnymi obiektami. Można to tłumaczyć brakiem tych różnic lub też właściwością metody, która nie pozwala na ich uchwycenie. Jest to bardzo prawdopodobne, ponieważ ogólna ilość drobnoustrojów może łatwo być wielkością przypadkową zanotowaną w tym konkretnym wypadku kiedy pobiera się próbkę, a który niekoniecznie musi być charakterystyczny dla danej gleby.

Przy porównaniu z innymi wskaźnikami nie zauważa się korelacji pomiędzy nimi a ogólną ilością bakterii i promieniowców. Jedynie przy badaniu różnych poziomów gleby do głębokości 1,20 m obserwowano zmniejszenie się wszystkich wskaźników ze wzrostem głębokości.

Wyraźniejszy efekt daje rozwój azotobaktera. Azotobakter (tab. 3) najlepiej rozwijał się w glebie ogrodowej, co jest wyrazem jej własności fizyko-chemicznych. Pod darnią ilość azotobaktera jest mniej

więcej dwukrotnie mniejsza niż w glebie ogrodowej, ale jeszcze dość wysoka w porównaniu z polem uprawnym, gdzie znajdowano pojedyncze osobniki i to tylko pod łubinem.

Zdolność nitryfikacyjna gleby na wszystkich obiektach była jednakowa, z wyjątkiem nieznacznej zwyżki na ogrodzie warzywnym (tab. 3).

Zawartość enzymów w glebie — teoretycznie biorąc — stanowi wskaźnik bardziej stabilny niż ilość drobnoustrojów w jednostce wagowej czy objętościowej, a więc i bardziej miarodajny.

W naszych próbach aktywność sacharalityczna w piasku luźnym i piasku gliniastym przy uprawie polowej była jednakowa. Uprawa ogrodowa powodowała niewielką zwyżkę tej aktywności. Notowano natomiast stale wzrost sacharazy na łące z darnią wieloletnią, pomimo tego, że założona została na najslabszej glebie piaszczystej. Widocznie, produkcja sacharazy związana jest z dużą ilością korzeni oraz mikroflorą rizo-sfery. Rodzaj roślin zdaje się nie odgrywać większej roli — między owsem i łubinem nie było różnic.

Na potwierdzenie można by przytoczyć dane z naszej poprzedniej pracy wykonanej na polach Stacji Doświadczalnej w Swojcu, gdzie uzyskano jednakowe wartości sacharalityczne dla gleby ogrodowej i piaszczystej w użytkowaniu polowym, ale z gęstym porostem roślinnym:

gleba piaszczysta w użytkowaniu ogrodowa	14,1
„ „ z gęstym porostem roślinności	11,5—14,1
„ „ ze złym porostem roślinności	4,2

W dodatkowym doświadczeniu wazonowym, założonym na piasku i na glebie oznaczono sacharazę w rizo-sferze dwóch roślin (łubinu i owsa) oraz w glebie kontrolnej bez roślin. W pobliżu systemu korzeniowego roślin rozkład cukru był intensywniejszy niż w glebie kontrolnej.

	piasek	gleba
kontrola	0,5	2,9
łubin	1,0	3,2
owies	1,0	3,5

Na podstawie ilości asparaginy można wnioskować o intensywności procesów amonifikacji w glebie. Uzyskane cyfry (tab. 1, 2, 3) mówią o braku różnic pomiędzy porównywanymi glebami, przy ich jednakowym użytkowaniu polowym. Uprawa pod warzywa z dużą ilością zabiegów agrotechnicznych i silnym nawożeniem spowodowała większą intensywność mineralizacji substancji białkowej — jeżeli wnioskować o tym na podstawie powyższego oznaczenia. Pod darnią procesy te zachodziły słabiej, choć jednak energiczniej niż w polu; asparaginy w glebie była bardzo mało i to niezależnie od uprawianej rośliny.

Tabela 1

Wskaźniki aktywności biologicznej gleby lekkiej w Laskowicach Oławskich — 1956 rok  
 Indexzahlen der biologischen Bodenaktivität leichter Böden  
 in Laskowice Oławskie — 1956

Gleba	Użytkowanie gleby	Ilość drobno- ustrojów w milionach		A k t y w n o ś ć			Substancja organiczna w % C	Ryboflawina w gamma na 1 g gleby
		bakterie	promie- niowce	sacharazy w mg rozłożonego cukru na 1 g gleby	asparaginy w mg wytworzonego NH <sub>3</sub> na 1 g gleby	ureazy w mg wytworzonego NH <sub>3</sub> na 1 g gleby		
Piasek luźny	M a r z e c pole uprawne: darń wieloletnia	1,8	0,6	7,7	0,07	0,9	0,6	0,08
		nie oznacz.						
Piasek gliniasty	pole uprawne: ogród warzywny	2,3	0,3	6,7	0,12	0,9	0,7	0,16
		14,2	0,2	9,7	1,6	6,5	2,4	0,3
Piasek luźny	M a j pole uprawne: owies	1,6	0,6	6,3	0,06	0,3	0,4	
	łubin	1,2	0,9	6,8	0,08	1,6	0,5	
	darń wieloletnia	1,4	0,4	12,3	0,2	1,9	1,2	
Piasek gliniasty	pole uprawne: owies	1,9	0,2	9,2	0,07	2,6	0,7	
	łubin	2,3	0,3	9,3	0,08	1,6	0,5	
	ogród warzywny	1,6	0,2	7,8	0,4	4,8	2,5	
Piasek luźny	L i s t o p a d pole uprawne: darń wieloletnia	2,6	1,8	3,3	0,02	1,0	0,6	
		5,4	2,1	20,6	1,3	3,4	2,1	
	Piasek gliniasty	3,3	1,5	6,3	0,06	1,4	0,8	
	ogród warzywny	7,4	2,2	5,5	1,3	3,7	2,4	

Występowanie asparaginy w ryzosferze roślin skontrolowano w doświadczeniu wazonowym:

	piasek	gleba
kontrola	0,02	0,6
łubin	0,03	0,8
owies	0,02	0,9

Wpływ roślin i ich mikroflory korzeniowej był mniejszy na produkcję asparaginy niż sacharazy, w warunkach tego samego doświadczenia wazonowego. Natomiast działanie samej gleby było silniejsze — ilość asparaginy w serii z glebą była przeszło 20-krotnie wyższa niż na piasku, podczas gdy sacharazy tylko 3—5-krotnie.

Tabela 2

Wskaźniki aktywności biologicznej gleby lekkiej w Laskowicach Oławskich — 1957 rok  
 Indexzahlen der biolog., Bodenaktivität leicht. Böden in Laskowice Oławskie — 1957

Gleba	Użytkowanie gleby	Ilość drobno-ustrojów w milionach		A k t y w n o ś ć				Substancja organiczna w % C	Ryboflawina w gamma na 1 g gleby
		bakterie	promieniowce	sacharazy w mg rozłożonego cukru na 1 g gleby	asparaginy w mg wytworzonego NH <sub>3</sub> na 1 g gleby	ureazy w mg wytworzonego NH <sub>3</sub> na 1 g gleby	Substancja organiczna w % C		
	<b>S t y c z e ń</b>								
Piasek luźny	A*) pole uprawne	1,1	0,6		0,04	0,9	0,8		
	B	0,6	0,4	0,6	0,03	0,07	0,8		
	C	0,2	0,1	0,2	0,005	0,06	0,3		
	D	0,1	0,02	0,0	0,004	0,03	0,05		
	A darń wieloletnia	1,2	0,4	11,1	0,2	0,5	2,2		
	B	0,9	0,02	9,4	0,1	0,5	1,1		
	C	0,7	0,01	0,3	0,01	0,03	0,3		
	D	0,7	0,01	0,0	0,005	0,03	0,3		
Piasek gliniasty	A pole uprawne	1,6	0,7	6,5	0,03	0,6	0,8		
	B	0,5	0,4	0,5	0,004	0,07	0,5		
	C	0,2	0,2	0,2	0,002	0,003	0,3		
	D	0,1	0,04	0,3	0,005	0,003	0,3		
	A ogród warzywny	2,0	0,6	8,2	0,6	3,2	2,0		
	B	1,8	0,3	3,0	1,6	1,3	0,5		
	C	1,8	0,2	0,5	0,002	0,1	0,3		
	D	1,2	0,06	0,2	0,001	0,06	0,1		
	<b>K w i e c i e ń</b>								
Piasek luźny	pole uprawne:	2,5	1,3	8,0	0,15	0,7			
	darń wieloletnia	1,6	1,3	13,4	0,4	1,5			
Piasek gliniasty	pole uprawne:	1,8	1,1	6,2	0,1	1,0			
	ogród warzywny	3,0	1,3	12,6	1,7	7,8			
	<b>C z e r w i e c</b>								
Piasek luźny	pole uprawne:								
	owies	3,2	3,3	7,0	0,08	0,9	0,5		
	łubin	5,6	3,5	6,3	0,01	0,9	0,5		
	darń wieloletnia	1,5	2,0	19,1	1,3	2,3	1,7		
Piasek gliniasty	pole uprawne:								
	owies	6,3	2,6	7,2	0,1	1,5	0,8		
	łubin	8,0	4,0	6,1	0,1	1,5	0,7		
	ogród warzywny	2,6	4,7	10,2	2,0	10,7	2,1		
	<b>W r z e s i e ń</b>								
Piasek luźny	pole uprawne:								
	owies	1,0	0,6	6,4	0,05	1,0	0,6	1,0	
	łubin	1,7	1,1	5,2	0,06	0,7	0,5	0,8	
	darń wieloletnia	1,7	0,8	19,5	0,4	3,2	1,5	1,1	
Piasek gliniasty	pole uprawne:								
	owies	2,3	0,9	6,6	0,2	1,5	0,8	0,6	
	łubin	3,8	1,2	5,3	0,1	0,9	0,8	0,5	
	ogród warzywny	2,1	0,0	10,0	1,3	9,2	2,2	1,3	

\*) A, B, C, D oznacza kolejne poziomy gleby do głębokości 1,20 m.



Tabela 3

Wskaźniki aktywności biologicznej gleby lekkiej w Laskowicach Oławskich — 1958 rok  
 Indexzahlen der biologischen Bodenaktivität leichter Böden  
 in Laskowice Oławskie — 1958

Gleba	Użytkowanie gleby	Ilość drobno- ustrojów w mln.		A k t y w n o ś ć			Substancja organiczna w % C	Ilość Azotobaktera w % gruzełków wykazujących wzrost	Intensywność nitry- fikacji w g NH <sub>3</sub> na 1 g gleby
		bakterie	promie- niowce	sacharazy w mg rozłożonego cukru na 1 g gleby	asparaginazy w mg wytworzonego NH <sub>3</sub> na 1 g gleby	ureazy w mg wytworzonego NH <sub>3</sub> na 1 g gleby			
Piasek luźny Piasek gliniasty	K w i e c i e ń darń wieloletnia	5,1	2,1	13,8	0,3	0,3	2,3	34	0,01
	pole uprawne: owies łubin ogród warzywny	4,6	1,8	6,7	0,1	0,5	0,8	0	0,01
		5,0	3,0	7,2	0,1	0,5	0,8	1	0,01
		5,5	2,7	9,7	1,2	6,5	2,2	76	0,07
Piasek luźny Piasek gliniasty	L i p i e c darń wieloletnia	3,8	4,6	16,2	0,1	2,4	1,5	32	0,03
	pole uprawne: owies łubin ogród warzywny	5,7	1,5	10,5	0,2	0,6	0,6	0	0,04
		2,8	1,0	10,2	0,1	0,5	0,7	1	0,04
		6,3	1,3	12,3	1,5	6,8	2,0	70	0,07
Piasek luźny Piasek gliniasty	W r z e s i e ń darń wieloletnia	5,8	1,8	18,4	1,0	9,7	2,3	22	
	pole uprawne: owies łubin ogród warzywny	7,4	2,9	11,6	0,1	1,3	0,7	0	
		6,1	2,0	10,0	0,1	1,1	0,6	7	
		4,9	2,1	11,4	1,5	11,3	2,2	70	
Piasek luźny Piasek gliniasty	W r z e s i e ń darń wieloletnia	11,8	2,3	15,3	0,8	5,2	1,6	38	0,01
	pole uprawne: owies łubin ogród warzywny	7,9	2,0	7,1	0,1	0,9	0,7	0	0,04
		6,0	1,6	8,4	0,1	1,0	0,7	2	0,04
		10,7	2,2	9,7	1,6	7,1	2,0	68	0,06

Mówiło by to o bliższej korelacji asparaginazy z ilością substancji organicznej w glebie aniżeli żywą rośliną.

Ilość ureazy w porównywanych glebach układała się podobnie jak asparaginazy tzn. wyraźnie więcej w glebie w użytkowaniu ogrodowym. Na poparcie można podać cyfry z innego doświadczenia (1955 rok — Zakład Doświadczalny Swojec), gdzie zawartość ureazy w polu uprawnym wahała się od 0,71 do 1,03 na 1 g gleby, zaś w ogrodzie warzywnym wynosiła 13,0. W rizosferze roślin nie stwierdzono zwyczajki ureazy w porównaniu z kontrolą (doświadczenie wazonowe).

	piasek	gleba
kontrola	0,2	3,7
łubin	0,4	2,6
owies	0,3	3,6

Prawdopodobnie substancja ograniczna, jak też obornik były momentami aktywującymi przy powstawaniu ureazy.

Ilość riboflawiny w glebie, wg naszych oznaczeń, była niewielka (tab. 1, 2). Ulegała wahaniom zależnie od zawartości substancji organicznej, choć nie zawsze korelacja była ścisła.

Nasze dotychczasowe próby poznania aktywności gleby przez obserwację niektórych zjawisk biologicznych, można zreasumować następująco:

1. Oznaczając ogólną ilość drobnoustrojów w glebie nie uzyskano danych o jej aktywności, ani też nie wykazano wpływu różnego sposobu użytkowania na biologiczne właściwości.

2. Ilość azotobaktera wskazywała na poprawę własności fizycznych i zasobności gleby na skutek uprawy ogrodowej w porównaniu z glebą zasianą łubinem lub owsem. Tutaj tylko pod łubinem znajdowano pojedyncze komórki. Uprawa owsa nie sprzyjała jego rozwojowi.

3. Każdy z zastosowanych wskaźników enzymatycznych wymaga odrębnej interpretacji. Tak jak sugerowaliśmy, powstawanie enzymów wiąże się z mikroflorą, roślinami żywymi i martwymi, a udział poszczególnych elementów przy różnych enzymach będzie niejednakowy.

Gromadzenie sacharazy kojarzyło się przede wszystkim z roślinnością i prawdopodobnie jej mikroflorą korzeniową — gleba zadarniona stale wykazywała największe cyfry.

Wzrost asparaginazy mniej łączył się z rośliną, a raczej z intensywną uprawą, która pobudzała do rozwoju drobnoustroje produkujące ten enzym.

Nie zauważono wpływu roślin na aktywność ureolityczną gleby. Najwięcej ureazy znajdowano w glebie ogrodowej, gdzie często stosowane nawożenie stwarzało podłoże dla rozwoju odpowiednich grup bakterii.

4. Ilości enzymów w glebie ulegały wahaniom w ciągu okresu wegetacyjnego, prawdopodobnie pod wpływem tych wszystkich czynników ekologicznych, które oddziałują na mikro i makroflorę oraz przebieg procesów fizyko-chemicznych w glebie.

5. Żaden z zastosowanych wskaźników nie wykazał różnic pomiędzy piaskiem luźnym i piaskiem gliniastym w uprawie polowej.

6. Zastosowanie jednego tylko z wymienionych oznaczeń jako wskaźnika ogólnej aktywności biologicznej gleby wydaje się ryzykowne. Każdy z nich wskazuje na pewien odcinek życia gleby, z czego jednak

można skorzystać i wyciągnąć odpowiednie wnioski. W ten sposób na podstawie długotrwałych obserwacji poszczególnych zjawisk mikrobiologicznych da się wytyczyć kierunek procesów biologicznych w glebie, zmianę jej własności i ew. wartości gospodarczej pod wpływem sposobu użytkowania i zabiegów agrotechnicznych.



## ВОПРОСЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ

### Резюме

Для определения биологической активности песчаных почв авторами применялись некоторые микробиологические показатели, как общее количество микроорганизмов, азотобактера, количество энзимов: сахаразы, аспарагиназы, уреазы, а также рибофлавина.

Таким образом сравнивались качества двух типов почв при разной их обработке.

Избранные индикаторы не одинаково характеризовали исследуемые объекты.

Определение общего количества микроорганизмов дало неравные результаты, не позволяющие делать выводы. Гораздо удобнее, в этом отношении, азотобактер, который правильно указывает на плодородье почвы; некоторое влияние на развитие азотобактера оказывает также вид растения.

Энзиматическая активность почвы менялась в зависимости от обработки почвы, количества органического вещества и растительности. Присутствие сахаразы связано, повидимому, главным образом с растительным покровом, а тогда как количество аспарагиназы и уреазы возрастает при более высоком содержании органического вещества в почве.

Энзиматическая активность почвы — явление зависящее от жизнедеятельности микроорганизмов и растений.

Следует предполагать, что при определении общей биологической активности почвы, правильнее базировать на нескольких показателях одновременно, так как каждый из них характеризует только часть почвенных процессов.

N. Balicka und Z. Sochacka

## ÜBER DIE BIOLOGISCHE AKTIVITÄT DER LEICHTEN BÖDEN

### Zusammenfassung

Die Untersuchungen über biologische Aktivität leichter Böden wurden in Anlehnung an die auf sandigen Böden angelegten Ackerbau-Feldversuche durchgeführt. In diesem Zusammenhang wurden einige mikrobiologische Zeiger, wie Keimzahl der Mikroorganismen, und des Azotobaktters, Gehalt einiger Enzyme — Saccharase, Asparaginase, Urease — und des Vitamins B<sub>2</sub> angewandt.

Auf Grund erhaltener Untersuchungsergebnisse wurde Zeigewert dieser Bestimmungen abgeschätzt. Für weniger nützlich wurde die Bestimmung der Keimzahl der Mikroorganismen im Boden erachtet, da die Ergebnisse derselben veränderlich sind und keine Korrelation mit anderen Zeigern aufweisen.

Bessere Ergebnisse wurden mit Azotobakter erzielt, dessen Frequenz sich bei intensiveren Ackerbaumassnahmen erhöht; manche Pflanzen tragen auch seiner Entwicklungsanregung bei.

Die Menge der Enzyme im Boden hängt von der Ackerbauart bzw von der Pflanzendecke ab. Es scheint, dass die saccharalytische Aktivität des Bodens in erster Linie von der Dichte der Pflanzendecke abhängig ist, während die Enzyme: Asparaginase und Urease vielmehr mit dem Gehalt der organischer Substanz im Boden, sowie mit dessen Bearbeitungsart enger verbunden sind.

Die Anwesenheit der Enzyme im Boden ist als Komplexerscheinung zu betrachten, welche in Lebensprozessen der Mikroorganismen und der höher entwickelten Pflanzen ihre Quelle findet.

Jeder von angewandten Zeigern ist mit einem bestimmten Lebensabschnitt des Bodens verbunden und es scheint deswegen unrichtig, nur einen von ihnen zur Bestimmung gesamter biologischen Bodenaktivität zugrunde zu legen.