

JÓZEF KOBUS, ANNA STRZELCOWA

WPŁYW MINERAŁÓW ILASTYCH NA AKTYWNOŚĆ BIOLOGICZNĄ I ŻYZNOŚĆ GLEB LEKKICH. (CZĘŚĆ III)

Zakład Mikrobiologii IUNG Puławy

Ogólna powierzchnia sorpcyjna reguluje, jak wiadomo, właściwości fizyczne i biochemiczne gleby, a co za tym idzie, jej żyzność. Toteż dążąc do podniesienia żyzności lekkich gleb piaszczystych należałoby nawozić je nawozami organicznymi równocześnie ze wzbogacaniem ich w minerały ilaste.

W badaniach naszych stwierdzono, że przy nawożeniu gleby piaszczystej zielonymi nawozami z równoczesnym dodatkiem do niej minerałów ilastych, zwłaszcza bentonitu, straty azotu zmniejszały się z 40 do 8% i że wpływało to na dwukrotnie większe nagromadzenie się próchnicy, wytworzonej podczas rozkładu tych nawozów [22, 13 i 14].

Minerały ilaste tworzą z gromadzącą się na ich powierzchni substancją organiczną kompleks organiczno-mineralny, trudno dostępny dla drobnoustrojów [19, 17, 11, 1, 12 i 15]. Mogą też sorbować różne połączenia mineralne. Ważną ich rolą jest zatrzymywanie w glebie amoniaku, gdyż przy braku kompleksu sorpcyjnego połączenie to może ulatniać się z gleby podczas szybkiej mineralizacji substancji organicznej, co naturalnie powoduje straty azotu. Wolny amoniak w dużej koncentracji działa też szkodliwie na rośliny [21, 4 i 18].

Na powierzchni minerałów ilastych adsorbowane są także enzymy, co obniża wyniki aktywności biochemicznej drobnoustrojów [6, 2, 16, 20 i 8].

Wielu autorów [9, 3, 5 i inni] wykazało, że spośród najczęściej spotykanych minerałów ilastych w glebie największą powierzchnię sorpcyjną ma montmorylonit. Wynosi ona ok. 810 m²/g minerału i jest ok. 4-krotnie większa niż w illicie, a 16-krotnie większa niż w kaolinicie.

Próby polepszania właściwości fizycznych gleb lekkich za pomocą minerałów ilastych nabrały praktycznego znaczenia w naszym kraju po wykryciu dużych złóż ilów bentonitowych na Śląsku. Zasoby ich sięgają w kopalni Radzionków i Milowice kilkudziesięciu milionów ton. Iły te zawierają w swoim składzie ok. 60% montmorylonitu (Bolewski) i mogą być z łatwością eksploatowane bez większych nakładów inwestycyjnych. Złóża bentonitu znajdują się nadto w woj. kieleckim. Do naszych obecnych badań wzięliśmy bentonit z woj. kieleckiego.

Celem badań było sprawdzenie raz jeszcze wpływu, który mogą mieć minerały ilaste na zachowanie w glebie lekkiej azotu uwolnionego przez drobnoustroje w trakcie rozkładu substancji organicznej. Chodziło nam również o określenie czasu potrzebnego do rozłożenia nawozów organicznych przed najskuteczniejszym zastosowaniem ich pod rośliny.

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

W roku 1963 założono w tym celu w wazonach doświadczenia nawozowe według następującego schematu:

- gleba piaszczysta bez dodatków — kontrola,
- gleba piaszczysta plus 5% łubinu,
- gleba piaszczysta plus 5% łubinu plus 10% bentonitu,
- gleba piaszczysta plus 5% obornika,
- gleba piaszczysta plus 5% obornika plus 10% bentonitu.

Do każdego wazonu дано po 6 kg gleby. W każdej serii było po 5 powtórzeń. Użyto do doświadczeń gleby piaszczystej o pH (w H₂O) równym 4,7, o niskiej zawartości substancji organicznej (ok. 0,9%) i azotu (55 mg N ogółem na 100 g gleby). Glebę tę zobojętniono za pomocą CaCO₃ do pH (w H₂O) 6,9. Łubin dodawany był do gleby w stanie sproszkowanym. Użyto tu jego pędów, zebranych przed okresem kwitnienia. Zawierały one w suchej masie 2,6% N ogółem. Do serii z obornikiem użyto go w stanie przefermentowanym (w ciągu ok. 5 miesięcy) i rozkruszonym. Obornik ten zawierał ok. 2,2% N ogółem w suchej masie. Po napełnieniu wazonów i doprowadzeniu tej mieszaniny do 60% całkowitej pojemności wodnej część wazonów przechowywano w hali vegetacyjnej przez dwa miesiące lub przez jeden miesiąc, nadto w jednej ich serii zasiano rośliny od razu po nawiezieniu gleby.

Rośliną doświadczalną był w 1963 r. rzepak ozimy (po 12 roślin na wazon). Jego siew nastąpił 5 lipca, a sprzęt 10 września. Po sprzęcie nadziemnych części rzepaku przechowano glebę w wazonach w nieogrzewanej hali vegetacyjnej do następnego roku. W 1964 r. przed siewem jęczmienia wzruszono glebę w wazonach i dodano do niej po 0,3 g K₂O

na wazon w postaci K_2SO_4 . Siew nastąpił 7.V. W wazonach rośło po 20 roślin. Sprzętu roślin dokonano 24.VII.

W czasie trwania tego dwuletniego doświadczenia wykonano mikrobiologiczne i chemiczne analizy gleb. W szczególności oznaczono:

- liczbę bakterii, promieniowców i grzybów — metodą płytkową,
- liczebność amonifikatorów — metodą Pochona,
- liczby nitryfikatorów — metodą Winogradzkiego.

Analizy chemiczne objęły następujące oznaczenia:

- ogólna zawartość N — metodą Kjeldahla,
- ilość wytworzonego amoniaku — kolorymetrycznie w 5-procentowym wyciągu K_2SO_4 — metodą podchlorynową,
- zawartość azotanów w glebie — kolorymetrycznie za pomocą kwasu fenylodwusulfonowego.

Analizy te przeprowadzono na początku oraz po 1, 2, 4, 5, 10 i 15 miesiącach.

Plon części nadziemnych rzepaku zebrano w 1963 r. bezpośrednio przed zawiązaniem pędów kwiatowych, a plon ziarna i słomy jęczmienia — w 1964 r., w okresie dojrzałości woskowej. W obu plonach oznaczono ciężar części nadziemnych roślin i ogólną zawartość azotu.

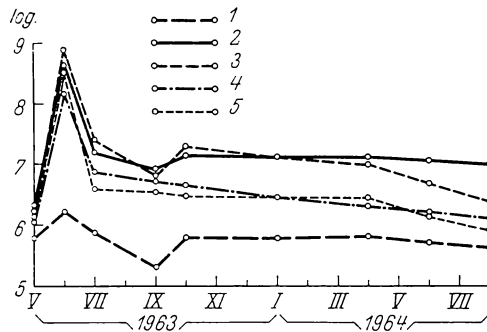
WYNIKI

ROZWOJ DROBNOUSTROJÓW

Ogólna liczebność drobnoustrojów w glebie. We wszystkich kombinacjach doświadczalnych najsilniejszy rozwój drobnoustrojów stwierdzono w ciągu pierwszego miesiąca po dodaniu do gleby nawozów organicznych. Stwierdzono, że dodatek bentonitu zwiększał dwukrotnie liczbę drobnoustrojów w porównaniu do gleby nawiezionej samym łubinem lub obornikiem (rys. 1). Po miesiącu trwania doświadczenia liczebność bakterii była już bardzo zredukowana, zwiększył się natomiast rozwój promieniowców, a więc organizmów mogących rozkładać połączenia organiczne trudno dostępne dla bakterii (rys. 2). Ponowny wzrost ogólnej liczebności drobnoustrojów znaleziono w glebie nawiezionej łubinem po sprzęcie rzepaku, tj. po upływie 4 miesięcy trwania doświadczenia. Spowodowane to było dopływem świeżej substancji organicznej w postaci resztek poźniwnych rzepaku.

W 1964 r. ogólna liczebność drobnoustrojów zmniejszyła się jeszcze bardziej. Z rysunku 2 wynika, że grzyby stanowiły zawsze tylko niewielki odsetek ogólnej liczby drobnoustrojów. Zapewne też nie odgrywały większej roli w rozkładzie nawozów organicznych, dodanych do zubożonej gleby piaszczystej.

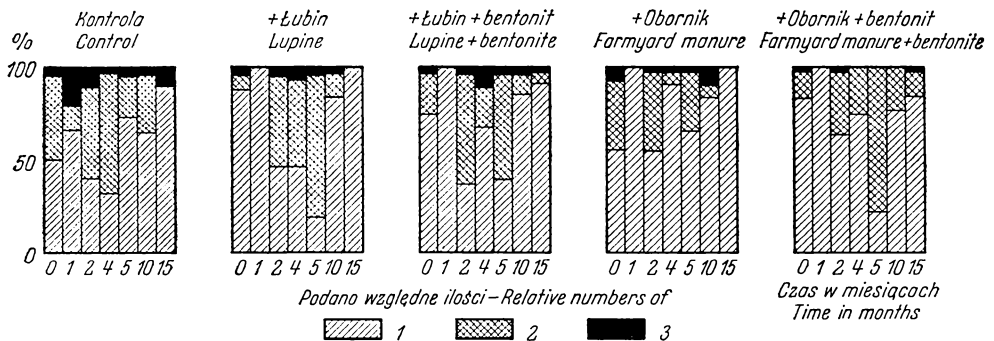
Rozwój amonifikatorów i proces amonifikacji. W 1963 r. najsilniej rozwijały się amonifikatory w ciągu pierwszego miesiąca trwania doświadczenia. Liczba amonifikatorów w serii z łubinem dochodziła nawet do 10^9 na 1 g suchej masy gleby, a w serii z obor-



Rys. 1. Liczebność bakterii i promieniowców w 1 g s.m. gleby piaszczystej
1 — gleba piaszczysta — kontrola, 2 — gleba piaszczysta + 5% łubinu, 3 — gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu, 4 — gleba piaszczysta + 5% obornika, 5 — gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu

Number of bacteria and actinomycetes per 1 gram dry sandy soil

1 — sandy soil alone — control, 2 — sandy soil + 5% lupine meal, 3 — sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite, 4 — sandy soil + 5% farmyard manure, 5 — sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite



Rys. 2. Wpływ czasu trwania doświadczenia na rozwój drobnoustrojów w glebie z dodatkiem różnych nawozów

1 — bakterie, 2 — promieniowce, 3 — grzyby

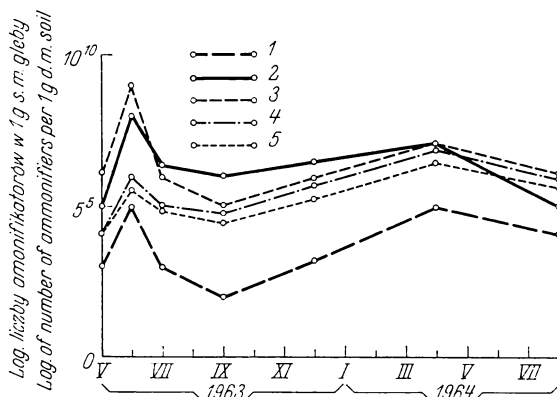
Changes in relative development of microorganisms in fertilized sandy soil during 15 months duration of experiment

1 — bacteria, 2 — actinomycetes, 3 — fungi

nikiem do 10^6 . Dodatek bentonitu jeszcze podwyższał liczebność tych organizmów. Po miesiącu liczebność amonifikatorów spadła. Ponowny wzrost ich liczebności znaleziono w glebie na wiosnę 1964 r. (rys. 3 i 4).

Nitryfikacja. Na rysunkach 5 i 6 wykazano liczebność nitryfikatorów i ilość znalezionej w glebie azotu azotanowego. Największą liczebność nitryfikatorów zanotowano po 2 miesiącach rozkładu substancji organicznej. Zarazem notowano w tym czasie największą zawartość azotanów w glebie. Najsilniejszą nitryfikację stwierdzono w serii z łubinem i bentonitem. Seria z obornikiem miała ok. 2 razy mniej nitryfikatorów niż seria z łubinem.

Na ogół stwierdzono tak samo jak w poprzedniej pracy, że nawiezie nie gleby lekkiej nawozami zielonymi (łubinem) podwyższyło czynność biologiczną gleby piaszczystej szybko i w dużym stopniu. Lecz wskutek



Rys. 3. Liczebność amonifikatorów

1 — gleba piaszczysta — kontrola, 2 — gleba piaszczysta + 5% łubinu, 3 — gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu, 4 — gleba piaszczysta + 5% obornika, 5 — gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu

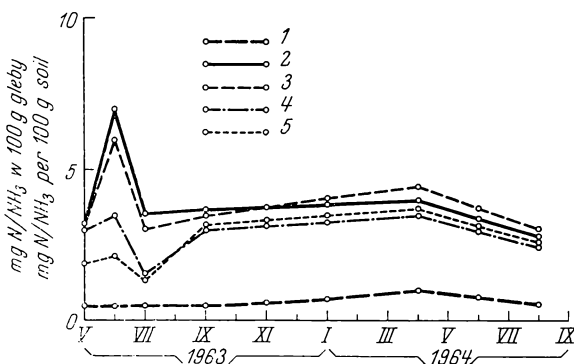
Quantity of ammonifiers

1 — sandy soil alone — control, 2 — sandy soil + 5% lupine meal, 3 — sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite, 4 — sandy soil + 5% farmyard manure, 5 — sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite

gwałtownego przebiegu procesu amonifikacji i podwyższenia się odczynu gleby aż do pH 8,5 następowały w tym przypadku duże straty azotu. Zmieszanie nawozów zielonych z minerałami ilastymi zmniejszało jednak wydatnie ucieczkę azotu z gleby i wpływało dodatnio na nasilenie nitryfikacji (rys. 5 i 6).

ROZWÓJ I PLONOWANIE ROŚLIN

Rzepak — rok 1963. W doświadczeniu wazonowym z rzepakiem uzyskano w kombinacji nawiezionej łubinem wysokie plony części nadziemnych tej rośliny (tab. 1). Dodatek bentonitu podwyższał plony rzepaku jeszcze bardziej. Plon na oborniku był znacznie mniejszy niż na nawozach zielonych. W doświadczeniu tym stwierdzono nadto, że największą zwyżkę plonów uzyskano w glebie, którą nawieziono łubinem lub obornikiem na miesiąc przed siewem. Z badań mikrobiologicznych wynika, że drobnoustroje bardzo szybko mineralizowały dodaną do gleby mączkę łubinową, przy czym uwolnione z niej składniki pokarmowe dały dobre warunki do rozwoju rzepaku. Natomiast w serii, w której wysiano



Rys. 4. Amonifikacja

Gleba piaszczysta — kontrola, 2 — gleba piaszczysta + 5% łubinu, 3 — gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu, 4 — gleba piaszczysta + 5% obornika, 5 — gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu

Ammonification

1 — sandy soil alone — control, 2 — sandy soil + 5% lupine meal, 3 — sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite, 4 — sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite, 5 — sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite

rzepak bezpośrednio po nawiezieniu gleby łubinem, występowały objawy zatrucia wschodzących roślin amoniakiem i nastąpiło zahamowanie wzrostu roślin na przeciąg nawet ok. 3 tygodni. Dodatek bentonitu do gleby zapobiegał temu zatruciu, zmniejszał nadmierne straty azotu z gleby i zwiększał jego wykorzystanie przez rośliny (tab. 2). Rozwój rzepaku w różnych kombinacjach nawozowych ilustruje rys. 7.

Jęczmień — rok 1964. W 1964 r. sprawdzono wpływ następczy nawożenia organicznego i mineralnego na stan mikrobiologiczny

Tabela 1

Wpływ nawożenia na plon rzepaku ozimego (1963 r.) - Effect of fertilizers on the yield of rape (1963)

Kombinacja doświadczalna - series	Plon części nadziemnych w g.s.m. na wazon The yield of tops - g.d.m. per pot	Nawieziono nawozami organicznymi i mineralnymi Addition of organic and mineral fertilizers		
		na 2 mies. przed siewem 2 months before sowing	na 1 mies. przed siewem 1 month before sowing	równocześnie z siewem at the same time as sowing
1	Gleba piaszczysta - kontrola - Sandy soil alone - control	1,4	1,5	- 1,2
2	Gleba piaszczysta + 5% łubinu - Sandy soil + 5% lupine meal	35,0	45,0	26,0
3	Gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite	51,0	53,0	40,0
4	Gleba piaszczysta + 5% obornika - Sandy soil + 5% farmyard manure	14,0	15,0	12,0
5	Gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite	10,0	12,0	6,0

Półprzedział ufności - Confidence interval - $t_{0.05} = 5,44$

Tabela 2

Ilość azotu pobranego przez rzepak - Quantity of nitrogen uptake by rape

Seria doświadczalna - series	mg N w częściach nadziemnych na wazon mg N in tops per pot	Nawieziono nawozami organicznymi i mineralnymi Addition of organic and mineral fertilizers		
		na 2 mies. przed siewem 2 months before sowing	na 1 mies. przed siewem 1 month before sowing	równocześnie z siewem at the same time as sowing
1	Gleba piaszczysta - kontrola - Sandy soil alone - control	10	11	11
2	Gleba piaszczysta + 5% łubinu - Sandy soil + 5% lupine meal	325	579	438
3	Gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite	525	701	675
4	Gleba piaszczysta + 5% obornika - Sandy soil + 5% farmyard manure	136	171	163
5	Gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite	80	173	141

Wpływ nawożenia na plon jęczmienia - Influence of fertilizers on the yield of barley
w 1964 r.

Seria doświadczalna - series	Plon części nadziemnych - g.s.m. na wazon Yield of tops g. of d.m. per pot	Nawieziono nawozami organicznymi i mineralnymi Addition of organic and mineral fertilizers		
		na 2 mies. przed siewem 2 months before sowing	na 1 mies. przed siewem 1 month before sowing	równocześnie z siewem at the same time as sowing
1	Gleba piaszczysta - kontrola - Sandy soil alone - control	2,5	1,1	1,1
2	Gleba piaszczysta + 5% łubinu - Sandy soil + 5% lupine meal	40,1	35,4	36,6
3	Gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite	41,3	49,9	50,6
4	Gleba piaszczysta + 5% obornika - Sandy soil + 5% farmyard manure	49,9	43,8	51,8
5	Gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite	41,5	45,3	54,6

Półprzedział ufności - Confidence interval - μ - 16,68

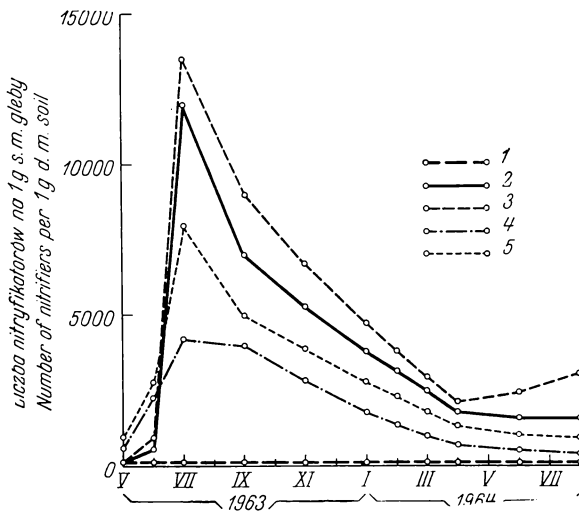
Tabela 4

Względny plon ziarna i słomy jęczmienia - Relative yield of grain and straw of barley
w 1964 r.

Kombinacja doświadczalna - series	Nawieziono nawozami organicznymi i mineralnymi Addition of organic and mineral fertilizers						
	na 2 miesiące przed siewem 2 months before sowing		na 1 miesiąc przed siewem 1 month before sowing		równocześnie z siewem at the same time as sowing		
	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	
1	Gleba piaszczysta - kontrola - Sandy soil alone - control	28	72	0	100	0	100
2	Gleba piaszczysta + 5% łubinu - Sandy soil + 5% lupine meal	44	56	40	60	37	63
3	Gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite	48	52	48	52	45	55
4	Gleba piaszczysta + 5% obornika - Sandy soil + 5% farmyard manure	50	50	47	53	46	54
5	Gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite	40	60	48	52	46	54

gleby piaszczystej i na plonowanie na niej roślin. We wszystkich seriach doświadczalnych nawiezionych łubinem lub obornikiem jęczmień rozwijał się dobrze. Najwyższy plon tej rośliny uzyskano w serii nawiezionej obornikiem lub łubinem równocześnie z dodatkiem bentonitu.

W tabeli 4 zamieszczono względny plon ziarna i słomy jęczmienia. Z danych tych wynika, że ziarno stanowiło ok. 40 do 50% plonu części nadziemnych tej rośliny, przy czym większy odsetek stanowiło ziarno w serii doświadczalnej nawiezionej obornikiem. Stwierdzono też duży wpływ bentonitu na wykształcenie się ziarna. Szczególnie korzystny



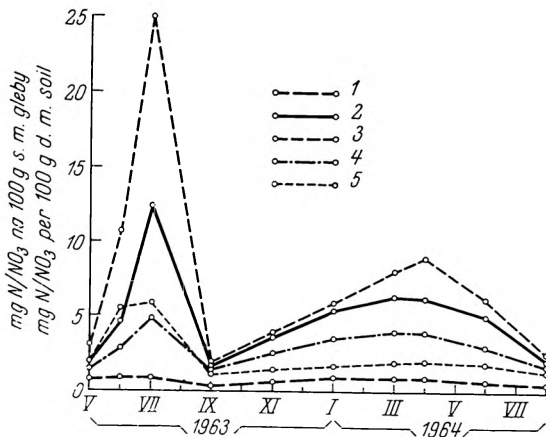
Rys. 5. Liczebność nitryfikatorów

1 — gleba piaszczysta — kontrola, 2 — gleba piaszczysta + 5% łubinu, 3 — gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu, 4 — gleba piaszczysta + 5% obornika, 5 — gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu

Number of nitrifiers

1 — sandy soil alone — control, 2 — sandy soil alone + 5% lupine meal, 3 — sandy soil alone + 5% lupine meal + 10% bentonite, 4 — sandy soil alone + 5% farmyard manure, 5 — sandy soil alone + 5% farmyard manure + 10% bentonite

wpływ tego minerału uwidocznili się w serii nawiezionej łubinem. Dodatek bentonitu zwiększał też pobieranie azotu przez rośliny jęczmienia (tab. 5), uprawianego na glebie piaszczystej nawiezionej łubinem. Natomiast w przypadku nawiezienia gleby obornikiem równocześnie z bentonitem nie stwierdzono dodatniego wpływu tego ostatniego na plon azotu zawartego w ziarnie i słomie jęczmienia (tab. 5a).



Rys. 6. Nityfikacja

1 — gleba piaszczysta — kontrola, 2 — gleba piaszczysta + 5% łubinu, 3 — gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu, 4 — gleba piaszczysta + 5% obornika, 5 — gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu

Nitrification

1 — sandy soil alone — control, 2 — sandy soil + 5% lupine meal, 3 — sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite, 4 — sandy soil + 5% farmyard manure, 5 — sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite



Rys. 7. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na rozwój rzepaku

39 — gleba piaszczysta — kontrola, 46 — gleba piaszczysta + 5% łubinu, 49 — gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu, 55 — gleba piaszczysta + 5% obornika, 62 — gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu

Influence of organic and mineral fertilizers on the development of rape

39 — sandy soil alone — control, 46 — sandy soil + 5% lupine meal, 49 — sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite, 55 — sandy soil + 5% farmyard manure, 62 — sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite

Tabela 5

Wpływ bentonitu na pobieranie azotu przez jęczmień (1964 r.) - Effect of bentonite on nitrogen uptake by barley (1964)

Seria doświadczalna - series	Plon azotu w ziarnie i słomie mg/wazon Yield of nitrogen in grain and straw mg/N per pot	Nawieziono nawozami organicznymi i mineralnymi Addition of organic and mineral fertilizers					
		na 2 miesiące przed siewem 2 months before sowing		na 1 miesiąc przed siewem 1 month before sowing		równocześnie z siewem at the same time as sowing	
		ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
1	Gleba piaszczysta - kontrola - Sandy soil alone - control	14	19	0	14	0	17
2	Gleba piaszczysta + 5% łubinu - Sandy soil + 5% lupine meal	324	130	302	213	329	369
3	Gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% lupine meal + 10% bentonite	317	138	406	132	507	268
4	Gleba piaszczysta + 5% obornika - Sandy soil + 5% farmyard manure	380	113	338	103	425	153
5	Gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite	309	98	338	101	400	133

Tabela 5a

Względny plon azotu w procentach kontroli - Relative yield of nitrogen in p.c. of control

Seria doświadczalna - series		Nawieziono nawozami organicznymi i mineralnymi Addition of organic and mineral fertilizers					
		na 2 miesiące przed siewem 2 months before sowing		na 1 miesiąc przed siewem 1 month before sowing		równocześnie z siewem at the same time as sowing	
		ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
1	Gleba piaszczysta + 5% łubinu - kontrola I - Sandy soil + 5% lupine - control I	100	100	100	100	100	100
2	Gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% lupine + 10% bentonite	98	106	134	57	154	73
3	Gleba piaszczysta + 5% obornika - kontrola II - Sandy soil + 5% farmyard manure - control II	100	100	100	100	100	100
4	Gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite	81	87	100	100	94	87

W tabeli 6 podano ilość azotu pobranego w ciągu 2 lat przez części nadziemne rzepaku i jęczmienia. Z danych tych wynika, że największą ilość azotu wykorzystwały rośliny doświadczalne z dodanego do gleby łubinu. W sumie pobrały one 13—20% ogólnej ilości N, dodanego do gleby na początku doświadczenia, przy czym 13—15% pobrały rośliny w serii bez bentonitu, a 15—20% w serii z dodatkiem bentonitu. Azot znajdujący się w oborniku był mineralizowany w stopniu słabym, rośliny wykorzystywały tylko 7,5 do 11% jego zawartości. Nawożenie gleby obornikiem równocześnie z bentonitem obniżyło w naszych doświadczeniach pobieranie azotu przez rośliny.

Na ogół największą ilość azotu pobrały rośliny doświadczalne (rzepak i jęczmień) z gleby nawiezionej w 1963 r. bezpośrednio przed siewem rzepaku.

W celu pełniejszego przedstawienia gospodarki azotowej w naszym doświadczeniu należałoby jeszcze określić bilans azotu pobranego przez całe rośliny i pozostałego w glebie.

OGÓLNE WYNIKI I WNIOSKI

Na podstawie dwuletnich doświadczeń można wysnuć następujące wnioski:

1. Oba nawozy organiczne dodane do gleby miały silny wpływ na podniesienie aktywności biologicznej gleby. W glebie nawiezionej łubinem lub obornikiem wzrosła szybko ogólna zawartość mikroflory, a w szczególności grupy amonifikatorów. Do-

Tabela 6

Ilość azotu pobranego w sumie przez części nadziemne rzepaku i jęczmienia - Quantity of nitrogen uptake by tops of together rape and barley

	mg N/sezon - mg N per pot	Nawieziono nawozami organicznymi i mineralnymi Addition of organic and mineral fertilizers		
		na 2 mies. przed siewem 2 months before sowing	na 1 mies. przed siewem 1 month before sowing	równocześnie z siewem at the same time as sowing
Seria doświadczalna - series				
1	Gleba piaszczysta - kontrola - Sandy soil alone - control	42	25	28
2	Gleba piaszczysta + 5% łubinu - Sandy soil + 5% lupine	779	1094	1136
3	Gleba piaszczysta + 5% łubinu + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% lupine + 10% bentonite	980	1239	1450
4	Gleba piaszczysta + 5% obornika - Sandy soil + 5% farmyard manure	629	612	740
5	Gleba piaszczysta + 5% obornika + 10% bentonitu - Sandy soil + 5% farmyard manure + 10% bentonite	487	612	674

datek bentonitu zwiększał jeszcze bardziej liczebność badanych grup drobnoustrojów (rys. 1, 2, 3 i 5).

2. Szybki przyrost drobnoustrojów w glebie lekkiej pod wpływem dodatku do niej substancji organicznej i energiczna ich działalność sprawiły, że dodawane produkty organiczne ulegały szybkiej mineralizacji (rys. 4 i 6).

3. Doświadczenia wazonowe z rzepakami i jęczmieniem wykazały, że nawiezenie gleby minerałami ilastymi było szczególnie ważne w przypadku stosowania na tych glebach nawozów zielonych (tab. 1, 2 i 3).

4. Plon ziarna jęczmienia powiększył się w serii nawiezionej łubinem równocześnie z bentonitem o ok. 50% w porównaniu do serii nawiezionej tylko samym łubinem, a w serii z samym obornikiem lub obornikiem i bentonitem nie stwierdzono istotnych różnic (tab. 3 i 4).

5. Dodatek bentonitu równocześnie z łubinem zwiększył bardzo wydatnie zawartość azotu w plonie ziarna jęczmienia (tab. 5 i 5a). Nie stwierdzono tego wpływu w przypadku nawiezienia gleby obornikiem i bentonitem.

6. Najwięcej azotu wykorzystały rośliny doświadczalne (w sumie rzepak i jęczmień) z nawozów organicznych dodanych do gleby bezpośrednio przed siewem roślin (tab. 6).

7. Dodatek bentonitu miał duży wpływ na wzrost i rozwój roślin, szczególnie w serii nawiezionej łubinem. W serii z samym tylko łubinem rośliny rzepaku i jęczmienia pobrały ok. 13% azotu ogólnego, dodanego im w tym nawozie, gdy tymczasem w serii z dodatkiem łubinu i bentonitu — ok. 20%. Z obornika pobrały tylko 7,5 do 10% zawartego w nim azotu.

8. Sądzimy, że można podnieść bardzo wydatnie żyzność gleb lekkich nawożąc je nawozami zielonymi równocześnie z bentonitem lub innymi minerałami ilastymi, które mogą zwiększyć zdolność sorpcyjną tych gleb.

W praktyce rolniczej jako źródło minerałów ilastych można wykorzystać bogate złoża bentonitu znajdujące się w naszym kraju.

*

Serdecznie dziękujemy Pani Prof. Dr Jadwidze Ziemięckiej za kierowanie całością tej pracy oraz Wydziałowi V Nauk Rolniczych i Leśnych PAN za ułatwienie nam badań dzięki przyznanym dotacjom.

LITERATURA

- [1] Aleksandrowa L. N.: On the composition of humus substances and the nature of organic-mineral colloids in soil. Trans. 7-th Intern. Congr. Soil Sci., Madison, Wisc., 2, 1960, s. 74—80.

- [2] Allison E. F., Sherman S. M., Pinck L.: Maintenance of soil organic matter. I. Inorganic soil colloids as a factor in retention of carbon during formation of humus. *Soil Sci.*, 68, 1949, s. 463—478.
- [3] Bower E. A., Goertzen J. O.: Surface area of soils and clays by an equilibrium ethylene glycol method. *Soil Sci.*, 87, 1959, s. 289—292.
- [4] Brown J. M., Bartholomew W. V.: Sorption of gaseous ammonia by clay minerals as influenced by sorbed aqueous vapor and exchangeable cations. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 28, 1963, s. —160—164.
- [5] Carter D. L., Heilman M. D., Gonzales D. L.: Ethylene glycol monoethyl ether for determining surface area of silicate minerals. *Soil Sci.*, 100, 1965, s. 256—360.
- [6] Chudiakow N. N.: *Zentr. f. Bacterol.* 68, 1926, s. 345—358.
- [7] Durand G.: Effect of clay minerals on the decomposition of some nucleic derivatives. *Ann. Ins. Pasteur*, 107, 1964, s. 136—147.
- [8] Durand G.: Changes in urease activity in the presence of bentonite. *C.R. Acad. Sci., Paris* 1964, 259, s. 3397—3400.
- [9] Dyal R. S., Hendricks S. B.: Total surface of clays in polar liquids as a characteristic index. *Soil Sci.*, 1950, 69, s. 421—432.
- [10] Esterman E. F., Peterson G. H., Mc Laren A. D.: Digestion of clay-protein and silica-protein complexes by enzymes and bacteria. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 23, 1959, s. 31—36.
- [11] Greenland D. J.: The adsorption of sugars by montmorillonite. II. Chemical studies. *J. of Soil Sci.*, 7, 1956, s. 329—334.
- [12] Kobo K., Fuijsawa: Studies on clay-humus complex. III. Adsorption of humic acid by clay. *J. of the Sci. of Soil and Manure. Japan*, 34, 1963, s. 13—17.
- [13] Kobus J., Pacewiczowa T.: Wpływ różnego rodzaju nawożenia na czynność biologiczną gleb. I. *Zeszyty Probl. Postępów Nauk Roln.*, 40a, 1963, s. 255—294.
- [14] Kobus J., Pacewiczowa T.: Wpływ minerałów ilastych na aktywność biologiczną gleb lekkich II. *Roczn. Glebozn.*, z. 1, t. XVI, s. 53.
- [15] Koter M., Mazur T. i Chodoń J.: Sorpcja aminokwasów w glebach. *Roczn. Nauk Roln.*, 1964, 88A, s. 763—771.
- [16] Mc Laren A. D., Peterson G. H., Barshard I.: The adsorption and reactions of enzymes and proteins on clay minerals. IV. Kaolinite and montmorillonite. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 22, 1958, s. 239—244.
- [17] Pinck L. A., Allison F. E.: Resistance of a protein montmorillonite complex to decomposition by soil microorganisms. *Science*, 114, 1951, s. 130—131.
- [18] Rich C. J., Lutz J. A.: Mineralogical changes associated with ammonium and potassium fixation in soil clay. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29, 1965, s. 167—170.
- [19] Smith C. R.: Base exchange reactions of bentonite and salts of organic bases. *J. Amer. Soc.*, 56, 1934, s. 1561—1563.

- [20] Skujins J. J., Esterman E. F., Mc Laren A. D.: Proteolytic activity of *Bacillus subtilis* in clay-protein paste system analogous to soil. Canadian J. of Microbial, 5, 1959, s. 631—639.
- [21] Welch L. F., Scott A. D.: Nitrification of fixed ammonium in clay minerals as affected by added potassium. Soil Sci., 90, 1960, s. 79—85.
- [22] Ziemięcka J., Kobus J.: Influence of different compounds on the microobial activities in sandy soils. Trans. of 7-th Intern. Congress of Soil Sci., Madison, USA 1960, 2, s. 679—684.

Я. КОБУС, А. СТЖЕЛЬЦОВА

ВЛИЯНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ЛЕГКИХ ПОЧВ. ЧАСТЬ III.

Отделение Микробиологии Института Агротехники, Удобрения и Почвоведения, Пулавы

Резюме

В предыдущих работах мы показали, что прибавка глинистых минералов к легкой песчаной почве предотвращает в большой степени улетучивание соединений азота из органических удобрений. (Заменцка и Кобус [22], Кобус и Пачевич [14]).

В нашей работе мы поставили за задачу проверить влияние, которое могли оказать глинистые минералы на оставшийся в почве азот, освобождаемый микробами в процессе разложения органического вещества. Одновременно проверили в какой степени этот азот может быть использован растениями.

В опытах применяли малоурожайную кислую песчаную почву, нейтрализованную CaCO_3 . К этой почве прибавляли 5% измельченного порошкообразного люпина или навоза одновременно с 10% бентонита или же без бентонита. После набивки сосудов (6 кг на сосуд) и приведения этой смеси к 60% полной влагоёмкости посеян был рапс. После уборки рапса сосуды перезимовали и в 1964 г. посеян в них был ячмень. В почве часто проводили анализы по содержанию аммиака и нитратов (рис. 4 и 6). В ней обозначали также общую численность микробов, аммонификаторов и нитрификаторов (рис. 1, 2, 3 и 5).

В течении этого двухлетнего вегетационного опыта провели уборку урожая рапса (1963) из серии сосудов, в которые вносились органические удобрения на 2 месяца перед посевом, на 1 месяц или непосредственно перед посевом, а также уборку урожая ячменя в 1964 году. В урожае определяли количество сухого вещества и содержание общего азота (таб. 1 и 3).

1. Прибавка бентонита к песчаной почве удобренной люпином либо навозом увеличивала в ней общее количество микробов и процессы амонификации и нитрификации (рис. 1, 3, 5).

2. Самый лучший урожай рапса получен в опытной серии, в которой прибавляли к почве органические удобрения на 1 месяц до посева этого растения. В нем также содержалось больше азота, нежели у растений посеянных непосредственно перед внесением удобрений либо 2 месяца спустя (рис. 1 и 2).

3. Бентонит оказал положительное влияние также на урожай зерна ячменя. Получили на 50% больше зерна в серии с одновременным внесением люпина и бентонита по сравнению с серией люпина (рис. 3, 4, 5 и 5а).

4. Прибавка бентонита имела большое влияние на рост и развитие растений, особенно при внесении зеленого удобрения. В серии с самым только люпином рапс и ячмень (рис. 6) усвоили в сумме всего лишь около 13% общего азота из внесенного им этого удобрения тогда как в серии с люпином и бентонитом около 20%. В серии с навозом подобное влияние бентонита не обнаружено.

5. Предполагаем, что плодородие легких почв можно значительно повысить путем одновременного внесения зеленых удобрений с глинистыми минералами, которые могут увеличить поглотительную способность этих почв и удержать в них ценные питательные вещества для растений. В сельскохозяйственной практике как в качестве источников глинистых минералов можно использовать богатые стложения бентонита, находящиеся в нашей стране.

J. KOBUS, A. STRZELCOWA

EFFECT OF CLAY MINERALS ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY
AND FERTILITY OF SANDY SOILS

PART III

Department of Microbiology, Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Puławy

Summary

In our earlier reports we have shown, how far the addition of clay minerals favours the maintenance of nitrogen in light sandy soil treated with organic compounds (Ziemięcka and Kobus [22], Kobus and Pacewiczowa [14]). In the present work we extended our investigations in that respect, studying not only the processes of organic matter decomposition and especially of its nitrogen mineralization, but also the plant's development in sandy soil fertilized with organic matter together with bentonite, so as to be able to evaluate the value of bentonite for the soils fertility.

A poor sandy soil was chosen by us, neutralized with CaCO_3 and mixed with 5 p.c. of either ground lupine or farmyard manure. These fertilizers were applied either alone or together with a 10 p.c. addition of ground bentonite (see description of exp. series in tab. I). These soil mixtures were frequently analysed in respect to their ammonia and nitrate content (Fig. 4 and 6), and their microbial analyses comprised the total counts of microorganisms as well as the counts of ammonifiers and nitrifiers (Figs 1, 2, 3, 5).

For the evaluation of the soils fertility pot experiments were carried out during 2 consecutive years with rape and barley. In 1963 the rape was sown in pot series containing the above cited 4 different soil mixtures, which were prepared 1 or 2 months beforehand or directly before sowing (Tab. 1 and 3).

In the next year the same pots with soils were used for experiments with barley. The yields of both these plants and their nitrogen content are shown in tab. 2, 5, 5a and 6.

Main results and conclusions:

1. An addition of bentonite was favourable for the processes of ammonification and nitrification in sandy soil treated with lupine meal (Figs 1, 2, 3 and 5).

2. Bentonite was also very favourable for the crops in pot experiments, the yields of grain of barley being e.g. about 50 p.c. higher in series fertilized with lupine meal together with bentonite than in series which received lupine alone (Tabs. 3, 4, 5, 5a).

3. Rape gave the best yields, when sown 1 month after fertilizer treatment. It contained also more nitrogen than the plants sown directly or 2 months after soil dressing (Tab. 1 and 2).

4. The addition of bentonite favoured plant development especially in soil fertilized with green manure. In the series with lupine alone the crops of rape and barley (see Tab. 6) assimilated jointly 13 p.c. of the total nitrogen contained in the fertilizer while in series treated with lupine and bentonite as much as 20 p. c. of the lupine nitrogen could be taken up by these crops. But no such effect of bentonite was noted in series with farmyard manure.

5. Our general conclusion is that sandy soils can be efficiently fertilized with green manures if they receive at the same time appropriate amounts of bentonite or of other clay minerals, which may raise their sorption capacity.

As big deposits of bentonite are present in our country, this mineral compound may serve for larger field experiments in that respect.

Wpłynęło do redakcji w maju 1966 r.

