

ANNA STRZELEC, JÓZEF KOBUS

WPŁYW NAWOŻENIA GLEBY SŁOMĄ I FOSFORANEM WAPNIA
NA JEJ AKTYWNOŚĆ BIOLOGICZNĄZakład Mikrobiologii Rolniczej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
w Puławach

Zdaniem wielu autorów słoma pszenicy zawiera około 45% C i około 0,5% N. Stosunek C do N w słomie waha się w zależności od jej rodzaju w granicach 80–100:1. Stosunek zaś C do P według Vettera [30] wynosi 350–400:1. W skład słomy pszenicy wchodzi około 34% celulozy, 22% hemicelulozy i około 21% lignin [17].

Ze składu chemicznego słomy wynika, że zawiera ona wiele składników łatwo ulegających rozkładowi pod wpływem drobnoustrojów pod warunkiem, że organizmy te znajdują w środowisku dostateczną ilość azotu i fosforu. W tym celu należałoby więc stosować nawożenie azotem mineralnym w takiej ilości, aby stosunek C do N wynosiły 20:1 [2, 13, 30].

Dotychczas przeprowadzono stosunkowo niewiele szczegółowych badań nad wpływem nawożenia słomą na aktywność biologiczną gleby. Celem niniejszej pracy było więc zbadanie wpływu nawożenia gleby słomą lub słomą i $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ na dynamikę ogólnej liczebności drobnoustrojów oraz na zmiany zachodzące w zespołach drobnoustrojów biorących udział w cyklu przemian węgla i azotu.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w doświadczeniach modelowych z glebą brunatną wytworzoną z piasku słabo gliniastego o pH w H_2O 6, 7, zawierającej 157 mg N/100 g gleby i 1,52% C. Glebę tę zmieszano ze sproszkowaną słomą pszenicy, zawierającą 0,49% N oraz z $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Założono następujące serie doświadczalne:

- sama gleba (kontrola),
- gleba + 5% słomy,

- gleba + $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$,
- gleba + 5% słomy + $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Fosforan dodawano w ilości odpowiadającej 74 mg P_2O_5 /kg gleby.

Glebę po dokładnym wymieszaniu z poszczególnymi składnikami umieszczono w wazonach i nawilżano do 50% całkowitej pojemności kapilarnej. Wilgotność na tym poziomie utrzymywano przez cały okres trwania doświadczenia, uzupełniając co 3 dni ubytek wody. Każdą serię doświadczalną założono w 6 powtórzeniach. Glebę inkubowano przez okres 180 dni w 27° C. Podczas inkubacji wykonywano analizy mikrobiologiczne po 0, 1, 3, 7, 14, 21, 28, 60, 90, 120 i 180 dniach oraz chemiczne po 0, 7, 14, 28, 60, 90 i 120 dniach.

Analizy mikrobiologiczne obejmowały oznaczenia:

- ogólnej liczebności bakterii i promieniowców — metodą płatkową na pożywce agarowej z wyciągiem glebowym i K_2HPO_4 ,
- liczebność *Azotobacter* sp. na pożywce bezazotanowej według Fengerowej,
- liczebność grzybów na stałym podłożu Martina,
- miano amonifikatorów na pożywce płynnej według Pochon i Tar-dieux, najprawdopodobniejszą liczbę tych drobnoustrojów obliczano z tabeli Mc Cardy,
- liczebność nityfikatorów na płytkach z żelem krzemionkowym i solami mineralnymi według Winogradskiego,
- zmiany zachodzące w zespołach mikroflory celulolitycznej — na płytkach z bibułą filtracyjną.

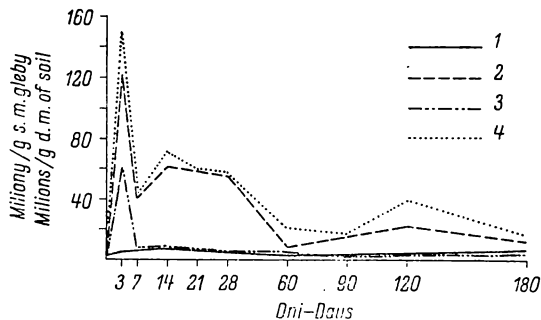
Ponadto oznaczono:

- zmiany w odczynie gleby potencjometrycznie, w H_2O z pomocą elektrody szklanej,
- pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla metodą Warburga,
- zmiany w zawartości cukrów redukujących w glebie w 0,1 N wyciągu kwasu siarkowego metodą Bertranda,
- zmiany w zawartości węgla według Tiurina,
- zawartość N/NH_4 w glebie kolorymetrycznie, metodą podchlorynową, w 5-procentowym wyciągu K_2SO_4 ,
- zawartość azotanów w glebie kolorymetrycznie z pomocą kwasu fenyldodusulfonowego,
- zmiany w zawartości w glebie N ogółem metodą Kjeldahla,
- zawartość P_2O_5 rozpuszczalnego — w wodnym ekstrakcie glebowym metodą Schella.

WYNIKI I DYSKUSJA

BADANIA MIKROBIOLOGICZNE

Słoma dodana do gleby wpływała bardzo korzystnie na rozwój w niej bakterii i promieniowców (rys. 1). Szczególnie dużą liczbę tych drobn-



Rys. 1. Ogólna liczebność bakterii i promieniowców

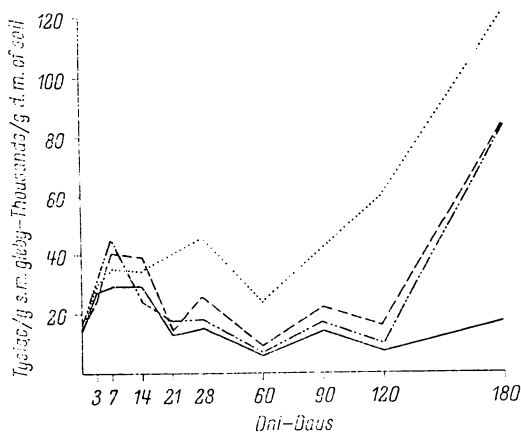
1 — gleba, 2 — gleba + słoma, 3 — gleba + fosforystem, 4 — gleba + fosforystem + słoma

Total numbers of bacteria and actinomycetes

1 — soil, 2 — soil + straw, 3 — soil + Ca₃(PO₄)₂, 4 — soil + straw + Ca₃(PO₄)₂

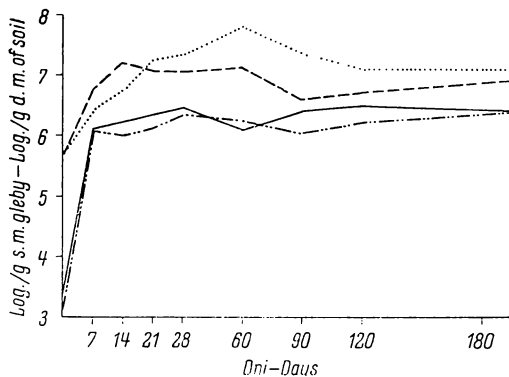
ustrojów znaleziono w glebie nawiezionej równocześnie słomą i trójzasadowym fosforanem wapnia. Po trzech dniach inkubacji w glebie nawiezionej samą słomą było ich 25 razy więcej, natomiast w serii nawiezionej słomą i fosforanem wapnia 30-krotnie więcej niż w samej glebie. Nawożenie gleby samym trójzasadowym fosforanem wapnia zwiększało liczebność bakterii i promieniowców jedynie po 3 dniach inkubacji.

W miarę zmniejszania się liczebności bakterii i promieniowców wzrastała liczba grzybów. Szczególnie wyraźnie metabioza ta zaznaczyła się po trzech miesiącach inkubacji gleby z dodatkiem słomy i Ca₃(PO₄)₂ oraz po 4 miesiącach przy nawożeniu samą słomą lub samym fosforanem. Po 6 miesiącach inkubacji najwięcej grzybów znaleziono w glebie nawiezionej równocześnie słomą i trójzasadowym fosforanem wapnia (rys. 2).

Rys. 2. Ogólna liczebność grzybów
objaśnienia jak w rys. 1Total numbers of fungi
denotations — as in Fig. 1

Na stymulujące działanie słomy na rozwój drobnoustrojów w glebie zwrócili uwagę Simon [26] oraz Todrowa [29] i inni. Zdaniem tych autorów słoma jako łatwo dostępne dla drobnoustrojów źródło węgla i energii stymuluje w pierwszej fazie rozkładu przede wszystkim rozwój bakterii wykorzystujących cukry proste i białka, a w późniejszej fazie rozwijają się drobnoustroje rozkładające celulozę i ligninę.

Najkorzystniejsze warunki do rozwoju amonifikatorów znaleziono w glebie nawiezionej równocześnie słomą i trójzasadowym fosforanem wapnia lub samą słomą. Dodatek do gleby samego fosforanu trójzasadowego nie wpłynął na liczebność amonifikatorów (rys. 3).

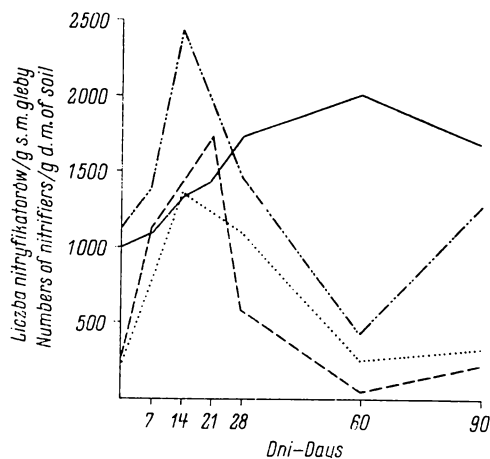


Rys. 3. Liczebność amonifikatorów
objaśnienia jak w rys. 1

Numbers of amonifiers
denotations — as in Fig. 1

Sposób nawożenia gleby miał też duży wpływ na liczebność nityfikatorów. W pierwszych tygodniach inkubacji we wszystkich seriach doświadczalnych obserwowano wzrost liczby tych drobnoustrojów, przy czym najczęściej znaleziono ich w glebie nawiezionej $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Dodatek samej słomy lub słomy i trójzasadowego fosforanu wapnia działał hamująco na rozwój nityfikatorów. W późniejszych terminach we wszystkich kombinacjach z wyjątkiem gleby kontrolnej nastąpił gwałtowny spadek liczebności nityfikatorów. Połączone to było zapewne z dużym tempem wykorzystywania azotu amonowego przez drobnoustroje heterotroficzne i szkodliwym oddziaływaniem na nityfikatory produktów rozkładu słomy (rys. 4). Jest to zrozumiałe, gdyż substancja organiczna łatwo rozpuszczalna działa raczej szkodliwie na procesy nityfikacji [7]. Prawdopodobnie cukry proste i niektóre aminokwasy, przenikając do komórek nityfikatorów, naruszają regulację autotroficznych przemian w organizmach samożywnych [31].

Ponadto przy nawożeniu gleby słomą bez dodatku azotu mineralnego następuje czasowe obniżenie w glebie zawartości mineralnych form azotu,



Rys. 4. Liczebność nityfikatorów

denotations — as in Fig. 1

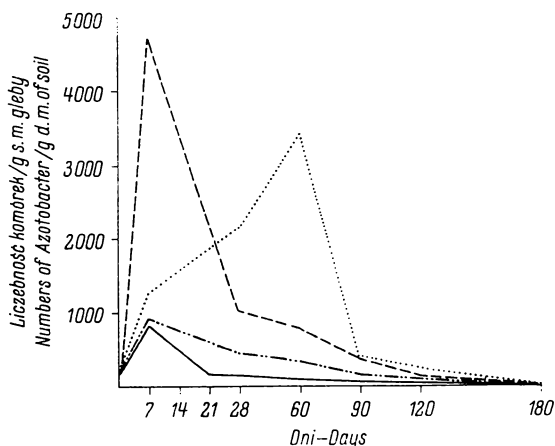
Numbers of nitrifiers

denotations — as in Fig. 1

w tym również formy amonowej, która jest źródłem energii dla nityfikatorów [15, 33].

Nawożenie gleby słomą lub równocześnie słomą i trójzasadowym fosforanem wapnia wpłynęło bardzo korzystnie na rozwój azotobaktera (rys. 5), co jest zupełnie zrozumiałe, jeśli weźmie się pod uwagę dużą zawartość cukrów prostych w glebie nawożonej słomą. Potwierdzałyby to wyniki uzyskane przez innych autorów [4, 25].

Dodatek słomy lub słomy równocześnie z fosforem stymulowało

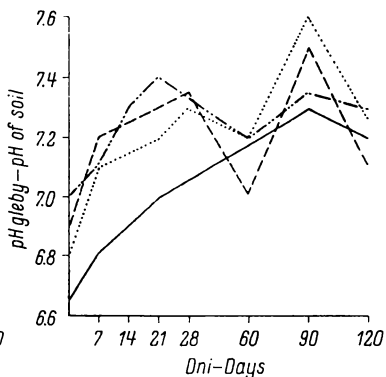


Rys. 5. Liczebność azotobaktera

objaśnienia jak w rys. 1

Numbers of Azotobacter

denotations — as in Fig. 1



Rys. 6. Przemiany pH

objaśnienia jak w rys. 1

Changes in pH

denotations — as in Fig. 1

Tabela 1

zmiany składu mikroflory celuloリティcznej w glebie z dodatkiem słomy i $Ca_3/PO_4/2$
 /liczebność drobnoustrojów w 1 g s.m. gleby/
 Cellulolytic microflora composition changes in soil with an addition of straw and $Ca_2/PO_4/2$
 /Number of microorganisms in 1 g of soil dry matter/

Czas inkub. dni Incub. period days	Cytophaga				Stachybotrys				Humicola				Grzyby niezidentyfikowane Not identified				Razem - Total			
	K	S	F	S+F	K	S	F	S+F	K	S	P	S+F	K	S	F	S+F	K	S	F	S+F
0	230	370	0	0	70	70	0	0	0	0	0	0	30	70	0	0	350	510	0	0
1	280	600	500	530	100	0	0	100	100	0	0	0	150	70	170	70	830	670	670	600
7	230	x	260	x	30	0	0	0	0	0	0	0	70	0	100	0	230	x	360	x
14	240	x	210	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	x	240	x
21	330	770	430	830	70	0	0	30	70	0	30	0	70	0	100	100	540	770	560	960
28	400	770	1250	2500	0	30	170	0	0	30	0	200	30	100	70	300	430	930	1500	3000
60	100	30	730	9500	30	200	0	150	0	0	0	0	0	230	200	0	130	460	930	1100
90	300	140	630	250	20	470	270	0	0	0	0	0	0	140	30	400	320	750	930	650
180	0	130	200	0	0	0	0	0	900	0	0	400	230	270	0	x	1130	400	200	x

Objaśnienia - explanations

K - kontrola - control

S - słoma - straw

F - $Ca_3/PO_4/2$ - $Ca_3/PO_4/2$

x - nie określano z powodu zbyt dużej liczby kolonii - not determined due to a vigorous development of colonies

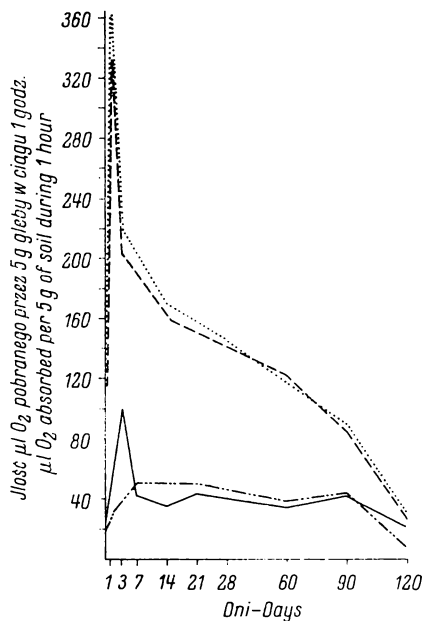
również rozwój drobnoustrojów celulolitycznych. Mikroflora rozkładająca błonnik reprezentowana była w badanej glebie głównie przez bakterie śluzowe z rodzaju *Cytophaga* (tab. 1). Znacznie mniej znajdowano w niej grzybów celulolitycznych. Należały one głównie do rodzaju *Stachybotrys*, *Humicola* i grzybów niezarodnikujących. Po miesiącu inkubacji w serii nawiezionej słomą znaleziono około 2 razy więcej bakterii i około 3 razy więcej grzybów niż w glebie nie nawiezionej substancją organiczną. Jeszcze korzystniej na liczebność drobnoustrojów celulolitycznych wpływał dodatek do gleby słomy i $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. W serii tej znaleziono aż 6 razy więcej bakterii i 5 razy więcej grzybów rozkładających błonnik niż w glebie kontrolnej. Po 2 miesiącach inkubacji gleby z dodatkiem słomy błonnik rozkładały głównie grzyby, których było około 14 razy więcej niż w serii bez dodatku substancji organicznej. Podobne wyniki w doświadczeniach laboratoryjnych uzyskali Ziemięcka i Kobus [32], Mysłkowi i Tobolska [20], natomiast w doświadczeniach mikro-poletkowym — Kuduk [12].

BADANIA BIOCHEMICZNE I CHEMICZNE

Nawożenie gleby słomą lub słomą i trójzasadowym fosforanem wapnia wpłynęło na wzrost odczynu gleby. Podczas 6 miesięcy inkubacji pH gleby w tych seriach wzrosło o 0,3 do 0,5 jednostki. Badania Lindnera [14] prowadzone przez 10 lat na poletkach nawożonych samą słomą nie wykazały jednak wzrostu pH gleby pod wpływem tego nawożenia. Być może, że i w naszych badaniach, gdyby trwały one dłużej, nie notowano by zmian pH gleby pod wpływem nawożenia.

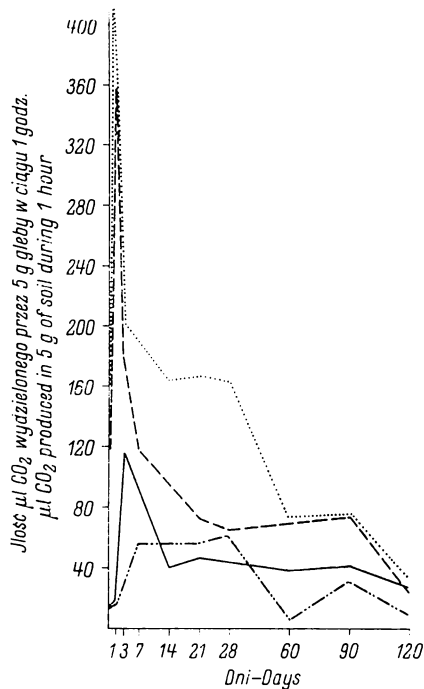
W prowadzonych przez nas badaniach nawiezenie gleby słomą lub słomą z fosforatami wzmagало bardzo silnie oddychanie gleby. Znaleziono wyraźnie dodatnią korelację między ogólną liczebnością drobnoustrojów a ilością pobieranego tlenu i wydzielanego CO_2 (rys. 7, 8). Najintensywniejsze procesy rozkładu substancji organicznej zachodziły w pierwszych trzech dniach po dodaniu słomy lub słomy i trójzasadowego fosforanu wapnia, po czym w miarę wyczerpywania się łatwo ulegającej rozkładowi substancji organicznej następował stopniowy spadek ilości pobieranego tlenu i wydzielanego dwutlenku węgla. Pomiar wydzielanego CO_2 uważany jest za najlepszy wskaźnik intensywności rozkładu substancji organicznej [10, 19, 23, 33]. Na tej podstawie można przypuszczać, że w warunkach naszego doświadczenia rozkład słomy był intensywniejszy, jeśli stosowana ona była równocześnie z $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Użyta do doświadczeń gleba zawierała w 100 g około 9 mg azotu w formie amonowej i niewiele ponad 1 mg N azotanowego. W początkowym okresie inkubacji w glebie z dodatkiem samego trójzasadowego fosforanu wapnia następowało powolne zmniejszanie się ilości mineralnych form azotu wskutek pobierania go przez drobnoustroje. Dopiero po dwóch



Rys. 7. Pobieranie tlenu
objaśnienia jak w rys. 1

Oxygen adsorption
denotations — as in Fig. 1



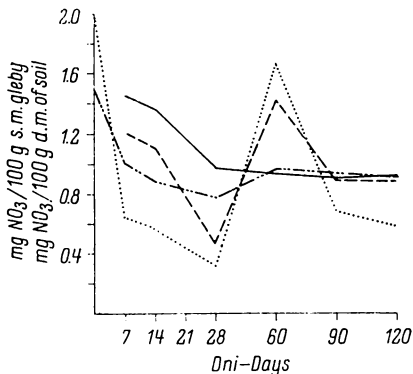
Rys. 8. Wydzielanie CO₂
objaśnienia jak w rys. 1

Production of CO₂
denotations — as in Fig. 1

miesiącach inkubacji zaznaczył się wzrost zawartości azotu mineralnego, szczególnie wyraźnie w glebach z dodatkiem słomy i Ca₃(PO₄)₂ (rys. 9 i 10). Wynikałoby z tego, że drobnoustroje podczas rozkładu słomy unieruchamiały mineralne formy azotu na okres około dwóch miesięcy. Według wielu autorów [6, 11, 21] celem uniknięcia unieruchamiania azotu mineralnego przy nawożeniu gleby słomą należy stosować dodatkowo od 0,4 do 0,8 kg N na każde dodane do gleby 100 kg słomy.

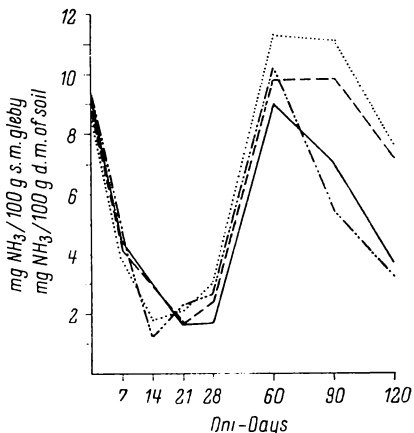
Badania dynamiki azotu wykazały, że 5-procentowy dodatek słomy do gleby zwiększał po 180 dniach inkubacji ogólną zawartość azotu o 5%, natomiast przy dodatku słomy i Ca₃(PO₄)₂ zapasy azotu zwiększyły się o około 10% (tab. 2). Podobne wyniki uzyskali Deavina [4] i Rao [24]. Zdaniem tych autorów na każdą tonę słomy dodanej do gleby drobnoustroje wiążą 7 kg N₂. Dodatek fosforu do gleby nawożonej słomą według Deavina [4] jeszcze bardziej stymuluje proces wiązania wolnego azotu.

Nawiezenie gleby słomą lub słomą z trójzasadowym fosforanem wapnia zwiększało kilkakrotnie zawartość w niej cukrów redukujących, co szczególnie wyraźnie obserwowano na początku doświadczenia (rys.



Rys. 9. Dynamika NO₃
objaśnienia jak w rys. 1

Dynamics of NO₃
denotations — as in Fig. 1



Rys. 10. Dynamika NH₃
objaśnienia jak w rys. 1

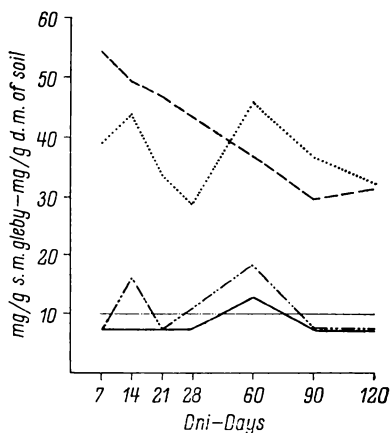
Dynamics of NH₃
denotations — as in Fig. 1

11). W miarę upływu czasu inkubacji ilość cukrów redukujących stopniowo zmniejszała się, lecz zawsze było ich w tych seriach znacznie więcej niż w samej glebie lub glebie nawożonej Ca₃(PO₄)₂.

Dodana do gleby słoma ulegała dość szybkiemu rozkładowi, szczególnie w serii doświadczalnej, w której oprócz słomy dodano do gleby również trójzasadowy fosforan wapnia (tab. 3). Stwierdzono, że po 120 dniach inkubacji straty węgla w tej serii wynosiły około 49%, gdy tymczasem w serii nawożonej samą słomą tylko 10%. Wynikałoby z tego, że nawożenie słomą gleby ubogiej w fosfor wymaga jej dodatkowego nawożenia tym składnikiem.

Rys. 11. Dynamika cukrów redukujących
objaśnienia jak w rys. 1

Dynamic of reducing sugars
denotations — as in Fig. 1



Do podobnych wniosków doszli Kick [8], Peterson [22] i Vetter [30]. Badania Sorensena [27] prowadzone nad rozkładem słomy znaczonej C¹⁴ wykazały, że tempo rozkładu słomy uzależnione jest również od jej składu chemicznego, temperatury inkubacji, wil-

Tabela 2

Zmiany ogólnej zawartości N w glebie inkubowanej z dodatkiem słomy i $\text{Ca}_3/\text{PO}_4/2$
/w mg/100 g gleby/
Changes of the total N content in soil incubated with added straw and $\text{Ca}_2/\text{PO}_4/2$
/in mg/100 g of soil/

Seria doświadczalna - Experiment series	Czas inkubacji w dniach - Time of incubation in days							
	0	7	14	21	28	60	90	120
Gleba - kontrola - Soil - control	156,7	156,1	156,3	156,2	151,4	151,6	151,6	151,0
Gleba + 5% słomy - Soil + 5% straw	181,2	185,9	186,1	188,0	188,0	190,5	190,9	187,1
Gleba - Soil + $\text{Ca}_3/\text{PO}_4/2$	156,7	161,2	157,6	157,1	156,7	156,5	158,4	154,8
Gleba + 5% słomy + $\text{Ca}_3/\text{PO}_4/2$ - Soil + 5% straw + $\text{Ca}_3/\text{PO}_4/2$	181,2	186,6	186,5	192,9	195,5	193,3	199,4	199,3

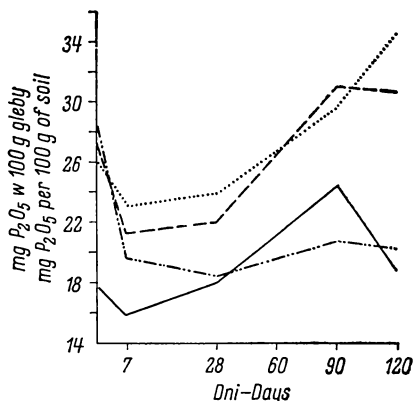
Tabela 3

Zmiany w ogólnej zawartości węgla w glebie inkubowanej z dodatkiem słomy i $\text{Ca}_3/\text{PO}_4/2$
mg C/100 g s.m. gleby
Changes of the total carbon content in soil incubated with added straw and $\text{Ca}_2/\text{PO}_4/2$

Seria doświadczalna - Experiment series	Czas inkubacji w dniach - Time of incubation in days							
	0	7	14	21	28	60	90	120
Gleba - kontrola - Soil - control	1520	1516	-	-	-	-	1345	1358
Gleba + 5% słomy - Soil + 5% straw	3620	3518	3470	3320	3246	3250	3250	3250
Gleba - Soil + $\text{Ca}_3/\text{PO}_4/2$	1520	1522	1513	1499	1508	1320	1323	1326
Gleba + 5% słomy + $\text{Ca}_3/\text{PO}_4/2$ - Soil + 5% straw + $\text{Ca}_3/\text{PO}_4/2$	3620	3480	3490	3420	2910	3000	2810	2400

gotności i rodzaju gleby. Ogólnie można powiedzieć, że słoma roślin zbożowych dzięki względnie wysokiej zawartości celulozy i hemicelulozy rozkładana jest w glebach żyznych bardzo szybko [1, 3].

Badania nasze wykazały, że nawożenie gleby słomą wpłynęło na zwiększenie ilości rozpuszczalnych w wodzie fosforanów (rys. 12). Po 4 miesiącach inkubacji najwięcej fosforanów znaleziono w glebie nawiezionej słomą i trójzasadowym fosforanem wapnia. Trójzasadowy fosforan wapnia dodany do gleby bez słomy nie podwyższał w niej zawartości fosforanów rozpuszczalnych.



Rys. 12. Zmiany w zawartości fosforu rozpuszczalnego objaśnienia jak w rys. 1
Content of soluble phosphate denotations — as in Fig. 1

Na zdolność drobnoustrojów do rozpuszczania trudno rozpuszczalnych form fosforu mineralnego zwróciło uwagę wielu badaczy [9, 16, 18, 28]. W badaniach tych stwierdzono, że w rozpuszczaniu trudno dostępnych dla roślin form fosforu mineralnego duży udział biorą drobnoustroje heterotroficzne produkujące podczas rozkładu substancji organicznej kwasy organiczne działające na nierozpuszczalne formy fosforu. Według Duffa i Webleya [5] bardzo czynny w tym procesie jest kwas 2-ketoglukonowy, który tworzy połączenia chelatowe z jonem Ca fosforytu i w ten sposób uwalnia fosforany przyswajalne dla roślin. W świetle tych badań zrozumiałą jest fakt, że substancja organiczna wniesiona do gleby wpływa dodatnio na zwiększenie ilości fosforu dostępnego dla roślin.

WNIOSKI

1. Nawożenie gleby słomą lub słomą i fosforytami wpływało na zwiększenie zarówno ogólnej liczebności bakterii, promieniowców, grzybów, azotobaktera, jak i na aktywność niektórych grup fizjologicznych drobnoustrojów (np. drobnoustrojów rozkładających błonnik i amonifikatorów). Nawożenie słomą wpłynęło natomiast ujemnie na liczebność nitryfikatorów.

2. Znalezione dodatnią zależność między ogólną liczebnością drobnoustrojów, a ilością pobranego tlenu i wydzielonego dwutlenku węgla.

3. Stwierdzono, że w ciągu 4 miesięcy inkubacji straty węgla w glebie nawiezionej samą słomą były mniejsze niż przy równoczesnym nawiezieniu słomą i trójzasadowym fosforanem wapnia.

4. W pierwszym miesiącu rozkładu słomy w seriach doświadczalnych z dodatkiem słomy lub słomy i trójzasadowego fosforanu wapnia stwierdzono biologiczne unieruchamianie azotu mineralnego w glebie; po tym czasie notowano systematyczny jego przyrost.

5. Pod wpływem nawożenia słomą w ciągu 6 miesięcy trwania doświadczenia ogólna zawartość azotu w glebie wzrosła o 5⁰%, natomiast przy nawożeniu słomą i fosforem prawie o 10⁰%.

6. Nawożenie gleby samą słomą wpłynęło dodatnio na uruchamianie łatwo przyswajalnych form fosforu zarówno glebowego, jak i dodanego równocześnie ze słomą. Nawiezienie gleby samym trójzasadowym fosforanem wapnia nie miało wpływu na zawartość w niej fosforanów rozpuszczalnych w wodzie.

Na podstawie przeprowadzonych badań można sądzić, że nawożenie gleby samą słomą lub słomą i nierozpuszczalnymi związkami fosforu wpływa korzystnie na właściwości biologiczne i chemiczne gleby. Szczególnie duży wpływ na wymienione właściwości ma nawożenie gleby słomą równocześnie z dodatkiem fosforu.

LITERATURA

- [1] Amberg A., Wagner A.: Stoffliche Veränderungen bei der Rotte von Maisstroh. Z. Landw. Forschung 1955, 19, Sonderh, 116-124.
- [2] Barbier S.: Heutiger Stand der Strohdüngung. Die Bodenkultur A, 13, 1962, 198-225.
- [3] Broadbent F. E.: Modification in chemical properties of straw during decomposition. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 18, 1954, 165-169.
- [4] Deavina A.: Nitrogen fixation and the use of straw. Soil Assoc. 9, 1974, 2, 11-12.
- [5] Duff R. B., Weblay D. M., Scott R. O.: 2-ketogluconic acid as a natural chelater produced by soil bacteria. Chem. and Industry. 5, 1959, 1376-1378.
- [6] Huppert V.: Können wir auch ohne Stallmist wirtschaften? Mitt. DLG. 71, 1956, 38, 970-971.
- [7] Kaczmarek W.: The influence of organic compounds on nitrification. P. II. Studies on the effect of nitrogenous organic compounds on nitrification. Pol. J. of Soil Sci. 5, 1972, 141-147.
- [8] Kick H.: Zur Frage der Strohdüngung. Mitt. DLG, 70, 1955, 835-836.
- [9] Kobus J.: Udział drobnoustrojów w przemianach związków fosforowych w glebie. Roczn. Nauk rol. 91, 1961, 5-101.
- [10] Kobus J., Pacewiczowa T.: Wpływ różnego rodzaju nawożenia na czynność biologiczną gleby. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 40a, 1962, 255-294.
- [11] Kohnlein J.: Wege zur besseren Humusversorgung unserer Mineralböden. Schriftreihe Landw. Fak. Univ. Kiel. 9, 1953, 1-24.

- [12] Kuduk C.: Wpływ nawożenia słomą gleby lekkiej na niektóre jej właściwości chemiczne, fizyczne i biologiczne. *Rocz. glebozn.* 29, 1978, 67-78.
- [13] Lemmermann O.: Die Verwendung von unverrottetem Stroh zur Düngung. *Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenk.* 1946, 37, 40-46.
- [14] Linder H.: Ergebnisse und Folgerungen aus zehnjährigen Düngungsversuchen mit Stallmist und Stroh.
- [15] Miszustin E. N., Jerofiejew N. S.: Istranienie azotanowo deficita w poczwie pri ispolzowanii sołomy w kaczestwie organiczeskowo udobrienia. *Mikrobiologia* 34, 1965, 1056-1062.
- [16] Muromcew F. S.: Metody izuczenija roztworienija fosfatow kalcija mikroorganizmami. *Mikrobiologia* 26, 1957, 172-178.
- [17] Müller G.: In Fragen des Humus Problems. *Die Dtsch. Landw.* 16, 1965, 10, 496-505.
- [18] Myśkow W.: Badania nad drobnoustrojami rozpuszczającymi fosforany wapnia. *Rocz. Nauk rol. D.* 88, 1960.
- [19] Myśkow W.: Rozkład resztek poźniwnych w glebach lekkich. *Pam. puł.* 4, 1961, 25-43.
- [20] Myśkow W., Tobolska H.: Aktywność biologiczna gleby w czasie rozkładu w niej resztek roślin. *Pam. puł.* 18, 1965, 351-366.
- [21] Patterson H. D.: An experiment on the effects of straw ploughed in or composted on a three-course rotation of crops. *J. Agric. Sc.* 54, 1960, 222-229.
- [22] Peterson W.: Über die Höhe der Stickstoffeslegung bei Strohdüngung. *Mitt. DLG.* 72, 1957, 81-82.
- [23] Piasecki J.: Studia nad rozkładem słomy w glebie. *Szczec. Tow. Nauk.* 1965, 22, 2.
- [24] Rao W. R.: Wlijanije udobrienija poczwy słomoi na urożaj risa. *Izw. Akad. Nauk SSSR, Ser. Biolog.* 1973, 2223-2271.
- [25] Rao W. R., Kalinskaja T. A., Müller G.: Izuczenije aktiwnosti niesymbioticzskoj azotofiksacii w poczwach risowych polej pri pomoszczi $^{15}N_2$. *Mikrobiol.* 43, 1973, 729-734.
- [26] Simon G.: L'enfouissement des Pailles dans le sol. Etude generale et re-percussion sur la microflore du sol. *Annales agronom. Ser. A.*, 11, 1960, 5-53, 177-219.
- [27] Serensen H.: Studies on the decomposition of ^{14}C -labelled barley straw in soil. *Soil Sci.* 95, 1963, 45-51.
- [28] Sperber J. I.: Solution of mineral phosphates by soil bacteria. *Nature* 180, 1957, 994-995.
- [29] Todorowa: Wlijanije na dałboczinata na wnasjaneto na słamata warchu biologicznata aktiwnost na poczwata. *Poczwozn. i Agrochimija* 3, 1970, 91-96.
- [30] Vetter H.: Strokverwertung und Humus versugung. *Landw. Angew. Wiss.* 1958, 87.
- [31] Zawarzin G. A.: Litotrofnyje mikroorganizmy. *Izdat. Nauka, Moskwa*, 1972.
- [32] Ziemięcka J., Kobus J.: Influence of different compounds on the microbial activities in sandy soils. *Transactions of 7th International Congress of Soil Sci.* 1960, Madison, Wiscon, USA, II, 679-684.
- [33] Zimniak Z.: Wpływ terminu przeorywania słomy oraz dawek i sposobów stosowania azotu na plony roślin i niektóre właściwości gleby. *Rocz. Nauk rol. Ser. A*, 96, 1969, 163-188.

А. СТЖЕЛЕЦ, Ю. КОВУС

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ ПОЧВЫ СОЛОМОЙ И ФОСФАТОМ КАЛЬЦИЯ НА ЕЕ
БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬОтделение сельскохозяйственной микробиологии, Институт агротехники, удобрения
и почвоведения в Пулавах

Резюме

В модельном опыте изучали влияние удобрения почвы молотой соломой и $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ на динамику общей численности микробов и на изменения протекание в сообществах микроорганизмов принимающих участие в циклах углерода и азота. Установлено, что внесение соломы или соломы и фосфата кальция благоприятствовало повышению общей численности бактерий, актиномицетов, грибов, азотобактера и влияло положительно на активность некоторых физиологических групп микроорганизмов: например микроорганизмов разлагающих целлюлозу и аммонификаторов. Внесение соломы отрицательно сказывалось на численности нитрифицирующих бактерий.

Обнаружено положительную зависимость между общей численностью микроорганизмов и количеством поглощенного кислорода и выделенной двуокиси углерода.

Установлено, что в течение 4-месячной инкубации потери углерода в почве удобренной самой соломой были меньшими, чем в почве удобряемой одновременно соломой и трехкальциевым фосфатом.

В первом месяце разлагания соломы в почве, так при внесении самой соломы, как и соломы с прибавкой фосфата кальция была констатирована биологическая фиксация минерального азота, позднее отмечался систематический рост содержания этой формы азота.

В последствии внесения соломы в течение 6-месячного ведения опыта общее содержание азота в почве повысилось на 5%, а при внесении соломы совместно с фосфатом кальция — почти на 10%.

Удобрение почвы единственно соломой положительно влияло на приведение в подвижность легкоусвояемых форм так почвенного фосфата как и фосфата внесенного совместно с соломой. Удобрение почвы лишь только трехкальциевым фосфатом не влияло на содержание в ней водорастворимых фосфатов.

На основании полученных результатов наших исследований можно судить, что удобрение почвы соломой или соломой с нерастворимыми в воде соединениями фосфора влияет положительно на биологические и химические свойства почвы. Особенно сильное положительное влияние оказывает удобрение почвы одновременно соломой и фосфором.

A. STRZELEC, J. KOBUS

EFFECT OF THE SOIL FERTILIZATION WITH STRAW AND CALCIUM PHOSPHATE ON ITS BIOLOGICAL ACTIVITY

Department of Agricultural Microbiology Institute of Soil Science and Cultivation of Plants, Puławy

Summary

In a model experiment the effect of the soil fertilization with straw and $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ on dynamics of the total number of microorganisms and on changes in communities of microorganisms taking part in the carbon and nitrogen cycle was studied. It has been found that the soil fertilization with straw and straw with calcium phosphate increased of the total number of bacteria, actinomycetes, *Azotobacter* and the activity of some physiological groups of microorganisms, fungi, e.g. cellulose-decomposing microflora and ammonifiers. The fertilization with straw decreased the number of nitrifiers.

A positive correlation between the total number of microorganisms and the amount of O_2 uptake and CO_2 evolution has been found.

During of the 4-month incubation of soil fertilized with straw losses of the carbon were less than in soil with straw and tribasic calcium phosphate.

In the first month of the straw decomposition in soil with an application of straw or straw and calcium phosphate, a biological immobilization of mineral nitrogen was found and then its systematic increase was observed.

During 6-month of the soil incubation with straw to 5% increase of the total nitrogen content was found, whereas at the fertilization with straw and calcium phosphate the total nitrogen content increased about 10%.

The soil fertilization with straw stimulated increase in solubilization available forms of native phosphorus and $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ applied together with straw. The soil fertilization with tribasic calcium phosphate did not affect the content of water-soluble phosphates in soil.

The results of our work allow to conclude that the fertilization with straw alone or straw with addition of insoluble phosphorus compounds affects positively the biological and chemical properties of soil. Particularly effective was the fertilization of the soil simultaneously with straw and phosphorus.

Dr Anna Strzelec
Instytut Uprawy, Nawożenia
i Gleboznawstwa
Puławy, Osada Patacowa

