

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

VOL. XXXV/XXXVI, 26

SECTIO E

1980/1981

Zakład Mikrobiologii Rolnej Instytutu Gleboznawstwa i Chemii Rolnej AR w Lublinie
Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie

Adam SZEMBER, Maria DRAŻKIEWICZ,
Elżbieta WIELGOSZ

**Wpływ niektórych syntetycznych środków strukturotwórczych
na wiązanie azotu atmosferycznego przez azotobaktera**

Влияние некоторых синтетических структурообразующих средств на связывание
атмосферного азота азотобактером

The Influence of Some Synthetic Structure Forming Agents on Atmospheric
Nitrogen Assimilation by Azotobacter

Naturalna struktura gleby zależy w dużym stopniu od rodzaju i jakości zwietrzeliny skały macierzystej oraz od sposobu uprawy, rodzaju nawożenia i użytkowania gleb. W procesach powstawania i stabilizacji gruzełków glebowych doniosłą rolę spełniają substancja organiczna, minerały ilaste (cyt. za 7, 9, 17, 19), a także aktywność mikroorganizmów glebowych. Według wielu autorów (1—6 cyt. za 7, 10, 11, 13—16) agregaty glebowe mogą powstawać na skutek mechanicznego spajania części glebowych przez grzyby nitkami mycelium lub pod wpływem sklejającego działania śluzów wytwarzanych przez liczne drobnoustroje glebowe.

Według Kaczyńskiego (7), metodami agrotechnicznymi można szybko polepszyć strukturę gleby. Jednakże, polepszenie jej stanu fizycznego jest zazwyczaj krótkotrwałe jeśli nie zawierała ona przed uprawą odpowiedniej ilości wodoodpornych agregatów. W związku z tym już od wielu lat prowadzone są próby zmierzające do trwałego polepszenia struktury gleby poprzez wprowadzanie do niej naturalnych lub syntetycznych środków strukturotwórczych (7, 20, 22), co może równocześnie przyczynić się do zwiększenia aktywności mikroorganizmów glebowych (8, 12, 18, 21, 22).

Wprowadzone do gleby syntetyczne preparaty strukturotwórcze wykazują jednak różny stopień trwałości, gdyż są one prawdopodobnie wykorzystywane przez liczne drobnoustroje jako źródła węgla i ewentualnie azotu.

W niniejszym doświadczeniu wazonowym postanowiono przebadać oddziaływanie wprowadzonych do gleby dwóch syntetycznych preparatów strukturotwórczych na wiązanie azotu atmosferycznego przez wybrany szczep azotobaktera.

OPIS MATERIAŁU I METOD

W doświadczeniu wazonowym przeprowadzono badania dwóch rodzajów gleb: pseudobielicowej wytworzonej z lessu (o $pH=7,3$ i 1,34% zawartości próchnicy) oraz gleby pseudobielicowej wytworzonej z piasku (o $pH=7,1$ i nieco większej zawartości próchnicy — 1,94%).

W badaniach użyto dwa syntetyczne środki strukturotwórcze: Magnafloc RJ-55 — pochodzenia angielskiego, Gigtar S-6 — produkcji polskiej. Oba te preparaty są zaliczane do grupy liniowych poliakrylamidów.

Glebę powietrznie suchą przesiewano przez sito o średnicy oczek 0,25 mm i umieszczano w wazonach zawierających po 5 kg gleby. Zastosowano następujące kombinacje doświadczalne:

1) gleba lessowa	— kontrola	(LK)
2) gleba lessowa	+ Gigtar	(LG)
3) gleba lessowa	+ Magnafloc	(LM)
4) gleba piaszczysta	— kontrola	(PK)
5) gleba piaszczysta	+ Gigtar	(PG)
6) gleba piaszczysta	+ Magnafloc	(PM)

Ponieważ w glebach użytych w naszym doświadczeniu stwierdzono występowanie azotobaktera tylko w niewielkich ilościach i to głównie szczepów słabo wiążących azot atmosferyczny (w granicach od 5—7 mg na 1 g glukozy), jako szczepionkę zastosowano komórki azotobaktera wcześniej wyosobnionego z gleby ogrodowej pod uprawą pomidorów, który w ciągu 10 dni hodowli na bezazotowej pożywce agarowej wiązał 12,8 mg N_2 /1 g glukozy.

Glebę w wazonach we wszystkich kombinacjach doświadczalnych, zaszczepiano wodną zawiesiną zawierającą około 1 mld komórek azotobaktera w 1 cm³, wprowadzając po 0,5 % gęstej zawiesiny w stosunku do masy gleby w wazonach. Środki strukturotwórcze dodawano w postaci płynnej w ilości 0,1% w stosunku do masy gleby.

W celu wzmożenia procesów mikrobiologicznych w badanych glebach, dodano do nich po 1% glukozy i po 0,1% fosforanu potasu ($K_2HPO_4 + KH_2PO_4$ w stosunku 2:1). Glebę umieszczoną w wazonach spryskiwano wodą wodociagową w miarę potrzeby tak, aby jej wilgotność utrzymywała się na poziomie 40%.

Do analiz pobierano próbki gleb z każdej kombinacji doświadczalnej w czterech terminach, a mianowicie: w momencie założenia doświadczenia (termin — 0), po 7, po 14 i po 28 dniach. W pobranych próbkach glebowych oznaczano:

- 1) liczebności komórek azobaktera — metodą rozcieńczeń płytkowych,

2) ilości azotu ogólnego — metodą Kjeldahla, pobierając z każdej kombinacji doświadczalnej po 10 g gleby,

3) wodoodporność agregatów glebowych — metodą Bakszejewa w modyfikacji Walczaka (23).

WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 zestawiono liczebność komórek azotobaktera w glebach z poszczególnych kombinacji doświadczalnych. Jak widać z przedstawionych w tabeli 1 wyników, zarówno w glebie pseudobielicowej wytworzonej z lessu, jak i wytworzonej z piasku, we wszystkich kombinacjach naszego doświadczenia liczba komórek azotobaktera była najwyższa w 14 dniu, po czym następował spadek ich liczebności. Jednakże obie kombinacje doświadczalne zachowały większą liczebność komórek bakterii niż miało to miejsce w dniu założenia doświadczenia. Natomiast w glebach kontrolnych (LK i PK) było ich mniej po 28 dniach niż w dniu rozpoczęcia prób.

Tab. 1. Liczebność komórek azotobaktera w 1 g św. m. gleby
Number of *Azotobacter chroococcum* cells in 1 g of mass of natural soil

Kombi- nacja	Analizy w dniu:		
	0	14	28
LK	15 000	48 000	14 000
LG	20 000	46 000	28 000
LM	1 500	4 600	2 400
PK	37 000	52 000	19 600
PG	20 000	46 000	43 000
PM	2 000	5 100	4 800

Objaśnienia: LK — gleba pseudobielicowa z lessu — kontrola; LG — gleba pseudobielicowa z lessu +Gigtar; LM — gleba pseudobielicowa z lessu +Magnafloc; PK — gleba pseudobielicowa z piasku — kontrola; PG — gleba pseudobielicowa z piasku +Gigtar; PM — gleba pseudobielicowa z piasku +Magnafloc.

Specifications: LK — pseudopodzól formed from loess — control; LG — pseudopodzól formed from loess +Gigtar; LM — pseudopodzól formed from loess +Magnafloc; PK — pseudopodzól formed from sand — control; PG — pseudopodzól formed from sand +Gigtar; PM — pseudopodzól formed from sand +Magnafloc.

Wyniki analiz chemicznych zestawiono w tabeli 2. Z przedstawionych w tej tabeli danych wynika, że dodatek preparatów strukturotwórczych na ogół sprzyjał wzrostowi ilości azotu w badanych glebach. Tylko w glebie piaszczystej z dodatkiem Magnafloc (kombinacja PM), jak i w glebach kontrolnych (LK i PK) ilość azotu wzrastała wraz z trwaniem doświadczenia, osiągając swoje maksimum 28 dnia. We wszystkich pozostałych kombinacjach maksymalne ilości związanego azotu atmosferycz-

Tab. 2. Ilości N-ogólnego w mg na 1 g p.s.m. gleby
Quantity of total N in mg per 1 g air-dry matter of soil

Kombi- nacja	Analizy w dniu:		
	0	14	28
LK	0,075	0,129	0,135
LG	0,078	0,134	0,127
LM	0,082	0,148	0,137
PK	0,069	0,099	0,105
PG	0,071	0,107	0,101
PM	0,075	0,119	0,125

Objaśnienia: jak w tab. 1.

Specifications: as in tab. 1.

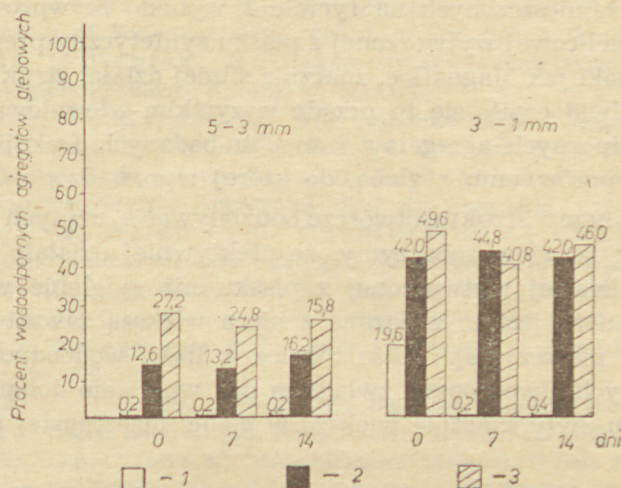
nego wystąpiły 14 dnia, po czym następował spadek ilości tego pierwiastka do poziomu jednak wyraźnie wyższego niż miało to miejsce w dniu założenia naszego doświadczenia.

Gdy porównamy dane liczbowe zestawione w tabelach 1 i 2, dziwna wyda się niska liczebność komórek azotobaktera w glebie, do której dodano Magnaflocu. Jest to tym bardziej zastanawiające, że fakt ten stoi w sprzeczności z ilością zgromadzonego azotu w badanych glebach. Obserwuje się bowiem największe przyrosty tego pierwiastka w glebie z dodatkiem tego właśnie preparatu strukturotwórczego. Wydaje się, iż fakt ten można tłumaczyć między innymi, także zwiększoną sorpcją komórek bakteryjnych na gruzelkach glebowych uzyskanych przy pomocy Magnaflocu.

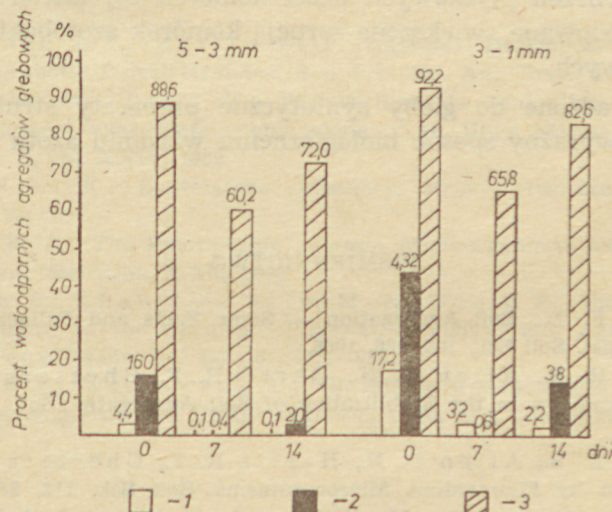
Z uwagi na fakt, że frakcje gruzelków glebowych o wymiarach 5—3 mm i 3—1 mm mają duże znaczenie rolnicze posłużyły one jako wskaźnik skuteczności działania użytych w doświadczeniu preparatów strukturotwórczych. Wyniki tych analiz zestawiono na rycinach 1 i 2.

Wyniki zamieszczone na rycinie 1 ilustrują, że w glebie pseudobielicowej wytworzonej z lessu, procentowa zawartość trwałych na rozmywanie wodą agregatów glebowych o wymiarach 5—3 mm — w kombinacji z Gigtarem — była na ogół niższa niż w glebie z Magnafloc. Natomiast w obu kombinacjach doświadczalnych, to jest w glebie z dodatkiem Gigtaru i z dodatkiem Magnaflocu, procentowe zawartości agregatów glebowych frakcji o wymiarach 3—1 mm odpornych na rozmywanie wodą, nie wykazywały większych różnic.

W glebie kontrolnej pseudobielicowej wytworzonej z lessu, ilości wodoodpornych agregatów glebowych frakcji 5—3, w każdym z trzech terminów analiz utrzymywały się mniej więcej na jednakowo niskim poziomie — 0,2%. Natomiast we frakcji 3—1 mm, w momencie rozpoczęcia doświadczenia ilość tych agregatów wynosiła 19,6%, ale już po 7 dniach spadła do 0,2%, a po 14 dniach wzrosła tylko do poziomu 0,4%.



Ryc. 1. Wpływ syntetycznych preparatów strukturotwórczych na wodoodporność agregatów w glebie pseudobielicowej wytworzonej z lessu; 1 — gleba kontrolna, 2 — gleba kontrolna + Gigtar, 3 — gleba kontrolna + Magnafloc
Influence of synthetic structure forming agents on the stability with respect to water of aggregates in pseudopodzol formed from loess; 1 — control soil, 2 — control soil + Gigtar, 3 — control soil + Magnafloc



Ryc. 2. Wpływ syntetycznych preparatów strukturotwórczych na wodoodporność agregatów w glebie pseudobielicowej wytworzonej z piasku; objaśnienia jak na ryc. 1

Influence of synthetic structure forming agents on the stability with respect to water of aggregates in pseudopodzol formed from sand; specifications as in fig. 1

Z danych zamieszczonych na rycinie 2 wynika, że wprowadzony do gleby pseudobielicowej wytworzonej z piasku syntetyczny preparat strukturotwórczy, taki jak Magnafloc, znacznie silniej działał strukturotwórczo od Gigtaru. Uwidocznili się to przede wszystkim zdecydowanie wyższą ilością wodoodpornych agregatów i to obu badanych frakcji gruzełków glebowych w porównaniu z glebą, do której wprowadzono Gigtar.

Gdy porównamy strukturotwórcze oddziaływanie użytych w doświadczeniu poliakrylamidów zobaczymy, że efektywniej działały one w glebie pseudobielicowej wytworzonej z piasku niż w glebie wytworzonej z lessu. Być może jest to związane z nieco większą zawartością próchnicy w glebie piaszczystej. Także różnice w ilości wodoodpornych agregatów glebowych utworzonych zwłaszcza pod wpływem dodanego do gleby Magnaflocu, były znacznie większe w glebie piaszczystej niż w glebie lessowej.

OGÓLNE WNIOSKI

Z uzyskanych w naszym doświadczeniu wyników można wyprowadzić następujące wnioski:

1. Wprowadzone do gleby preparaty strukturotwórcze sprzyjały okresowemu namnożeniu się badanego szczepu azotobaktera. Jednakże w przypadku użycia Magnaflocu zaobserwowano spadek dających się wykryć metodą rozcieńczeń płytkowych ilości komórek tej bakterii. Być może było to spowodowane zwiększoną sorpcją komórek azotobaktera na agregatach glebowych.
2. Wprowadzone do gleby syntetyczne preparaty strukturotwórcze sprzyjały w wyraźny sposób biologicznemu wiązaniu azotu atmosferycznego.

PIŚMIENNICTWO

1. Allison F. E.: Soil Aggregation — Some Facts and Fallacies as Seen by Microbiologist. *Soil Sci.*, 106, 136, 1968.
2. Aspiras R. B., Allen O. N., Harris R. F., Chesters G.: The Role of Microorganisms in the Stabilization of Soil Aggregates. *Soil Biol. Biochem.*, 3, 347, 1971.
3. Aspiras R. B., Allen O. N., Harris R. F., Chesters G.: Aggregate Stabilization by Filamentous Microorganisms. *Soil Sci.*, 112, 282, 1971.
4. Dąbek-Szreniawska M.: Wpływ wybranych szczepów bakterii na strukturę gleby. Rozprawa habilitacyjna — streszczenie. Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie 1976.
5. Dąbek-Szreniawska M.: Mikrobiologiczne aspekty tworzenia się agregatów glebowych. *Problemy Agrofizyki*, 4, 1972.

6. Dąbek-Szreniawska M.: The Influence of *Arthrobacter* sp. on the Waterstability of Soil Aggregates. Pol. J. of Soil Sci., 7, 2, 169, 1974.
7. Dechnik I., Dębicki R.: Wykorzystywanie syntetycznych środków do ulepszania gleb. Problemy Agrofizyki, 23, 1977.
8. Fuller W. H., Giraud C.: The Influence of Soil Aggregate Stabilizers on the Biological Activity of Soil. Soil Sci., Soc. Am. Proc., 18, 35, 1954.
9. Greenland D. J., Lindstrom G. R., Quirk J. P.: Organic Materials which Stabilize Natural Aggregates. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 26, 366, 1962.
10. Harris R. F., Allen O. U., Chesters G., Attoe O. I.: Evaluation of Microbial Activity in Soil Aggregate Stabilization and Aggregation by the Use of Artificial Aggregates. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 27, 542, 1963.
11. Harris R. F., Chesters G., Allen O. N., Attoe O. I.: Mechanisms Involved in Soil Aggregate Stabilization by Fungi and Bacteria. Soil Sci., Soc. Am. Proc., 28, 529, 1964.
12. Höflich G.: Interrelations between Soil Conditioners, the Microflora and Microbial Activity. Zentralbl. f. Biol., Bacter., II Abt., 127, 722, 1972.
13. Jones D., Griffiths E.: Microbiological Aspects of Soil Structure. II Soil Aggregation by Extracellular Polysaccharide of *Lypomyces starkeyi*. Plant and Soil, 27, 187, 1967.
14. Martin J. P.: Microorganisms and Soil Aggregation. I Origin and Nature of Some of the Aggregating Substances. Soil Sci., 59, 163, 1945.
15. Martin J. P.: Microorganisms and Soil Aggregation. II Influence of Bacterial Polysaccharides on Soil Structure. Soil Sci., 61, 151, 1946.
16. Martin J. P.: Decomposition and Binding Action of Polysaccharides in Soil. Soil Biol. Biochem., 3, 33, 1971.
17. Misztal M.: Próba określenia przydatności wybranych odpadów przemysłowych i kopalnianych jako materiałów zwiększających pojemność sorpcyjną gleby piaskowej. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXVI, 7, 1971.
18. Mortensen J. L., Martin W. P.: Microbial Decomposition and Adsorption of Synthetic Polyelectrolytes. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 18, 395, 1954.
19. Nawrocki St., Kęsik T.: Wpływ ilowania bentonitem na plonowanie roślin i niektóre właściwości gleby lekkiej. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXIV, 1969.
20. Starzyński K.: Syntetyczne substancje strukturotwórcze. Postępy Nauk Roln., 4, 128, 1954.
21. Swaby R. J.: The Relationship between Microorganisms and Soil Aggregation. J. Gen. Microbiol., 3, 236, 1949.
22. Wahhab A., Khabir A., Azim M. N., Uddin F.: Effect of Synthetic Polyelectrolyte on the Chemical, Physical, Biological and Agronomic Aspects of Some Panjab Soils. Soil Sci., 81, 139, 1956.
23. Walczak E., Witkowska B.: Określanie wodoodporności różnych frakcji agregatów glebowych. Roczn. Glebozn., t. 25, z. 2, 275, 1974.

РЕЗЮМЕ

Опыты велись в сосудах на псевдоподзолистой почве, образованной из лёсса и псевдоподзолистой, образованной из песка, добавляя Гигтар и Магнафлос, исполняющих роль структурообразующего средства. Как контрольную почву, так и почву с синтетическими структурообразующими препаратами привито штаммы *Azotobacter chroococcum*.

В опыте исследовано численность клеток азотобактера в почвах отдельных опытных комбинаций, а также изменения в количестве общего азота. Определено, что добавленные к почве синтетические структурообразующие препараты стимулировали развитие азотобактера и способствовали связыванию этими бактериями атмосферного азота. Особенно эффективно действовал Магнафлос.

SUMMARY

Pot experiments were carried out on pseudopodzol formed from loess and pseudopodzol formed from sand, to which Gigtar and Magnafloc were added as structure forming agents. Moreover, control soil, as well as soil with the synthetic structure forming agents, were inoculated with the strain of *Azotobacter chroococcum*.

In the experiment the number of azotobacter cells was determined in particular experimental combinations of soils, together with the change of total nitrogen. It was established that the synthetic structure forming agents added to soil stimulated the development of azotobacter and were conducive to assimilation of atmospheric nitrogen by the bacteria. Magnafloc was especially effective in this respect.