

KAZIMIERZ BORATYŃSKI, MARIA ZIĘTECKA, HELENA MAŁKIEWICZ,  
HALINA SZPIKOWSKA

## WPLYW INHIBITORÓW NITRYFIKACJI NA PRZEMIANĘ AZOTU W GLEBIE I FORMY AZOTU W ROŚLINIE

### CZĘŚĆ I. AZYDEK SODU JAKO INHIBITOR NITRYFIKACJI AZOTU AMONOWEGO W GLEBIE

Instytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR we Wrocławiu

Jednym ze sposobów zmniejszenia strat azotu nawozowego jest ograniczenie procesu nitryfikacji w glebie przez stosowanie odpowiednich preparatów — inhibitorów nitryfikacji. W wielu krajach proponowane są do tego celu różne preparaty, między innymi N-Serve (2-chloro-6-trójklorometylopirydyna), AM (2-amino-4-chloro-6-metylopirydyna), dwucyjanodwuamid, o-nitroanilina, tiomocznik i inne [1, 3, 5, 10, 11, 12].

Również i w naszym kraju prowadzone są badania w tym zakresie przy uwzględnieniu kilku inhibitorów nitryfikacji, w szczególności dwucyjanodwuamidu, tiomocznika, a także N-Serve [3, 4, 8, 13, 14]. Ten ostatni uważany jest powszechnie za najbardziej efektywny [2, 3, 4, 5].

Ostatnio w literaturze amerykańskiej pojawiły się wzmianki o możliwości zastosowania jako inhibitora nitryfikacji azydku potasu [9].

Celem naszej pracy było wstępne rozeznanie wartości azydku sodu<sup>1</sup> jako inhibitora nitryfikacji w porównaniu z niektórymi innymi.

#### MATERIAŁ I METODYKA

Do badań użyto czterech gleb zróżnicowanych pod względem właściwości fizycznych i chemicznych (tab. 1). Przeprowadzono ogółem 6 doświadczeń inkubacyjnych, w tym 4 w stałej temperaturze 28°C w termostacie, a 2 pozostałe w temperaturze pokojowej (zakres wahań 19–31°C). Okres prowadzenia większości doświadczeń wynosił 12 tygodni (doświadczenie I prowadzono w ciągu 8 tygodni, a doświadczenie III w ciągu 6 tygodni).

<sup>1</sup> Wobec niemożliwości uzyskania azydku potasu badania przeprowadzono na azydku sodu.

Każdorazowo inkubowano 50 g gleby doprowadzonej (po dodaniu azotu i inhibitora) do 50% maksymalnej nasiąkliwości wodnej.

Nawożenie azotem wynosiło 100 ppm N (w doświadczeniu II — 90 ppm N) w formie  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Oprócz azydku sodu stosowano dwucyjanodwuamid (doświadczenie I i II) oraz N-Serve (doświadczenie I). Dawki

T a b e l a 1

Niektóre właściwości fizyczne i chemiczne gleb użytych do doświadczeń  
Some physical and chemical properties of soils used in the experiments

	Doświadczenie I i II gleba 1 Experiment I and II soil 1	Doświadczenie III i IV gleba 2 Experiment III and IV soil 2	Doświadczenie V gleba 3 Experiment V soil 3	Doświadczenie VI gleba 4 Experiment VI soil 4
Części sprawialne, % Silt and clay, %	19	46	19	21
pH w 1 N KCl pH in 1 N KCl	7,1	7,1	5,0	4,1
N-NH <sub>4</sub> , ppm	9,0	6,0	10,0	10,0
N-NO <sub>3</sub> , ppm	17,0	32,0	26,0	26,0
N ogólny według Kjeldahla, % Total N after Kjeldahl, %	0,08	0,20	0,07	0,07
C organiczny według Tiurina, % Organic C after Tyurin, %	0,77	2,26	0,84	0,67
C : N	9,6:1	11,3:1	12,0:1	9,6:1

wszystkich inhibitorów obliczano w procentach w stosunku do ilości dodanego azotu. Azydek i dwucyjanodwuamid dodawano w roztworze wodnym, natomiast N-Serve w roztworze acetonu, który odpędzano przez pozostawienie gleby na wolnym powietrzu przed dodaniem azotu.

Azot amonowy i azotanowy ekstrahowano z gleby 1-procentowym roztworem  $\text{K}_2\text{SO}_4$  [7]. N-NH<sub>4</sub> oznaczano metodą destylacji, N-NO<sub>3</sub> metodą ksylenolową [6].

Pierwsze oznaczenia N-NH<sub>4</sub> i N-NO<sub>3</sub> wykonywano w dniu założenia doświadczenia, a następne w okresach co 2 tygodnie.

W czasie inkubacji następowały pewne przyrosty azotu rozpuszczalnego (N-NH<sub>4</sub>+N-NO<sub>3</sub>) wskutek uruchamiania się azotu glebowego. Poziom tych przyrostów był różny na różnych glebach i zależny od czasu trwania inkubacji (tab. 2).

Znalezione każdorazowo zawartości azotu amonowego i azotanowego w glebach wyrażano jako ich udział procentowy w sumie N-NH<sub>4</sub>+N-NO<sub>3</sub> przyjętej za 100 (rys. 1).

T a b e l a 2

Ilości N-NH<sub>4</sub>+N-NO<sub>3</sub> /ppm/ uruchamiane z gleby w czasie inkubacji  
 Wartości średnie i wahania  
 N-NH<sub>4</sub>+N-NO<sub>3</sub> /ppm/ mobilized in soil during the incubation  
 Mean values and fluctuations

Terminy wykonywania oznaczeń w tygodniach Determination times in weeks					
2	4	6	8	10	12
Doświadczenie I, gleba 1 - Experiment I, soil 1					
10/ 4-28/	18/ 8-37/	33/34-49/	34/28-45/		
Doświadczenie II, gleba 1 - Experiment II, soil 1					
6/ 1-10/	11/ 4-17/	23/15-31/	27/19-33/	32/20-42/	34/19-57/
Doświadczenie III, gleba 2 - Experiment III, soil 2					
25/16-33/	39/33-48/	51/42-61/			
Doświadczenie IV, gleba 2 - Experiment IV, soil 2					
30/20-47/	45/38-53/	56/49-60/	62/52-70/	63/55-71/	67/57-74/
Doświadczenie V, gleba 3 - Experiment V, soil 3					
2/-3-4/	43/-4-11/	8/ 4-14/	21/19-23/	22/17-24/	29/26-34/
Doświadczenie VI, gleba 4 - Experiment VI, soil 4					
2/-1-6/	9/ 4-12/	14/10-19/	27/21-31/	26/16-31/	23/13-33/

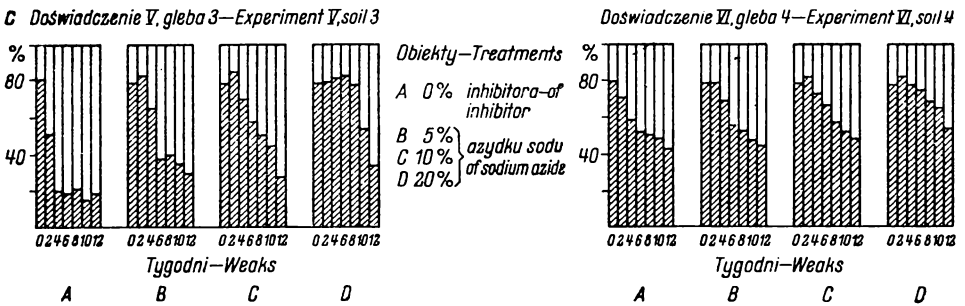
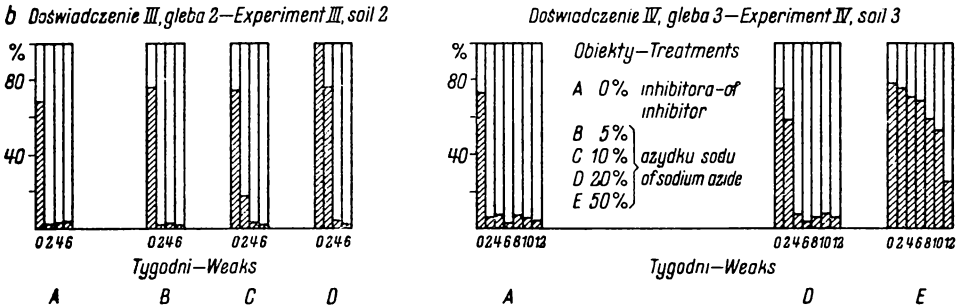
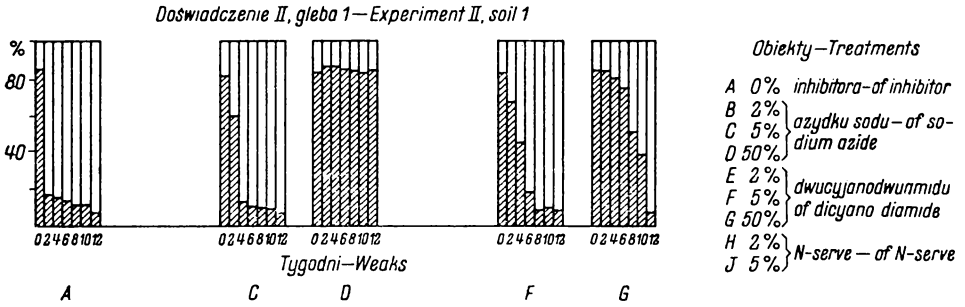
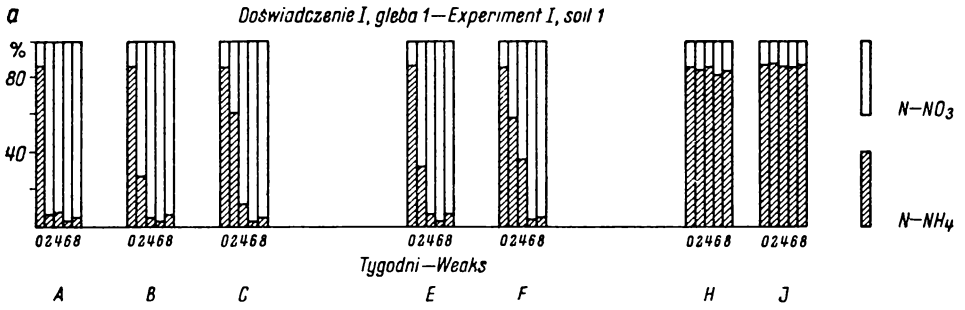
## WYNIKI BADAŃ

## DZIAŁANIE AZYDKU SODU W PORÓWNANIU Z DWUCYJANODWUAMIDEM I N-SERVE

Przebieg nitryfikacji azotu amonowego dodanego do gleby (gleba 1, doświadczenie I i II) w obiektach bez dodatku inhibitora był bardzo intensywny. Już po 2 tygodniach azot amonowy stanowił tylko 7 bądź 16% sumy N-NH<sub>4</sub>+N-NO<sub>3</sub> (rys. 1a — A).

Azydek i dwucyjanodwuamid w dawkach 2 i 5% działały podobnie, hamując tylko w niewielkim stopniu i krótkotrwale (w ciągu 2 lub 4 tygodni) proces nitryfikacji (rys. 1a — B, C i E, F). Natomiast N-Serve już w dawce 2% całkowicie hamował proces nitryfikacji w glebie w ciągu całego okresu trwania doświadczenia, tj. przez 8 tygodni (rys. 1a — H).

Dwucyjanodwuamid i azydek zastosowane w bardzo wysokiej dawce — 50% (nierealnej z punktu widzenia praktycznego) wykazały, że w tym stężeniu azydek był silniejszym inhibitorem nitryfikacji aniżeli dwucyjanodwuamid. Hamował on całkowicie proces nitryfikacji przez



Procentowy udział N-NH<sub>4</sub> i N-NO<sub>3</sub> w ich sumie  
Percentage of N-NH<sub>4</sub> and N-NO<sub>3</sub> in relation to the sum of compounds

cały okres prowadzenia doświadczenia, tj. przez 12 tygodni (rys. 1a — D). Natomiast hamowanie procesu nitryfikacji przez dwucyjanodwuamid z biegiem czasu było coraz słabsze (rys. 1a — G).

## DZIAŁANIE AZYDKU SODU NA GLEBIE TYPU CZARNA ZIEMIA

Jak wynika z danych literatury, działanie hamujące N-Serve uzależnione jest w pewnym stopniu od zawartości substancji organicznej w glebie. N-Serve jest sorbowany przez substancję organiczną i przy dużej jej zawartości w glebie jego działanie ulega osłabieniu [2]. Było więc rzeczą interesującą zbadanie, jak pod tym względem zachowuje się azydek sodu. Użyto w tym celu gleby 2 o odczynie obojętnym i zawartości 2,26% C organicznego (p. tab. 1).

Nitryfikacja azotu amonowego w tej glebie (gleba 2, doświadczenia III i IV) bez dodatku inhibitora następowała bardzo szybko. Już po 2 tygodniach znaleziono tylko 2–6% N-NH<sub>4</sub> (rys. 1b — A). Azydek w dawkach 5 i 10% nie hamował przebiegu nitryfikacji w glebie, a w stężeniu 20% ograniczał go zaledwie w ciągu 2 tygodni (rys. 1b — B, C, D). Wyraźne zmniejszenie intensywności przebiegu procesu nitryfikacji stwierdzono dopiero przy dawce 50% tego preparatu (rys. 1b — E). Hamowanie to było jednakże znacznie słabsze niż w glebie użytej w doświadczeniu II przy tej samej dawce azydku (por. rys. 1a — D). Hamowanie to małało z biegiem czasu.

Można przypuszczać, że to obniżenie siły hamowania powodowane było z jednej strony bardzo intensywnym procesem nitryfikacji zachodzącym w tej glebie, a być może także sorbowaniem azydku przez materię organiczną.

## DZIAŁANIE AZYDKU SODU NA GLEBACH O NISKIM pH

Niskie pH środowiska nie stwarza, jak wiadomo, korzystnych warunków dla rozwoju bakterii nitryfikacyjnych. Stąd też na glebach kwaśnych proces nitryfikacji azotu amonowego wprawdzie występuje, ale jego przebieg jest powolny.

W celu zbadania działania azydku w tych warunkach przeprowadzono dalsze badania na glebie 3 — kwaśnej, i 4 — bardzo kwaśnej (tab. 1).

Na glebie kwaśnej (pH=5,0) nitryfikacja dodanego azotu amonowego bez dodatku inhibitora przebiegała znacznie szybciej niż na glebie bardzo kwaśnej (pH=4,1), na której jeszcze po 12 tygodniach udział azotu amonowego stanowił prawie 50% sumy N-NH<sub>4</sub>+N-NO<sub>3</sub> (rys. 1c — A).

Hamujące działanie azydku było wyraźniejsze na glebie kwaśnej niż na glebie bardzo kwaśnej. Na glebie kwaśnej ujawniło się ono przy wszystkich dawkach (5, 10, 20%), przy czym było proporcjonalne do stę-

zenia inhibitora (rys. 1c — B, C, D, doświadczenie V). Przy dawce 20% całkowite hamowanie procesu nityfikacji trwało 8 tygodni (rys. 1c — D, doświadczenie V).

Na glebie bardzo kwaśnej ujawnił się tylko niewielki hamujący wpływ azydku zastosowanego w stężeniu 10 i 20% (rys. 1c — C i D doświadczenie VI).

Podsumowując przeprowadzone badania można stwierdzić, że azydek sodu jako inhibitor nityfikacji wykazał zbliżone działanie do dwucyjano-dwuamidu, a znacznie słabsze niż N-Serve. Dawki azydku sodu w zakresie 2–10% okazały się mało skuteczne. Wyraźne hamowanie procesu nityfikacji stwierdzono dopiero przy dawkach tego preparatu mieszczących się w granicach 20–50%. Tak wysokie dawki nie mogą znaleźć jednak praktycznego zastosowania.

#### LITERATURA

- [1] Bunnidy L. G., Bremner I. M.: Effects of nityfikation inhibitors on transformations of urea nitrogen in soils. *Soil Biol. Biochem.* 6, 1974, 369–375.
- [2] Goring C. A. I.: Control of nitrification of ammonium fertilizers and urea by 2-chloro-6 (trichloromethyl) pyridine. *Soil Sci.* 93, 1962, 6, 431–439.
- [3] Jurkowska H.: Inhibitory nityfikacji. *Wszechświat* 10, 1973, 259–263.
- [4] Koter Z.: Preparaty hamujące proces nityfikacji w glebie i ich wpływ na rośliny uprawne. *Post. Nauk rol.* 115, 1969, 1, 15–41.
- [5] Makarow H. B.: Ispolzowanie miedlienno dejstwujuuszczich udobrienii i ingibitorow nityfikacji. *Agrochimija* 1975, 10, 144–155.
- [6] Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. II. Badanie materiału roślinnego. IUNG, Puławy 1972.
- [7] Mieźriespublikanskije tiechniczeskije usłowija mietodow prowadienija agrochimiczeskich analizow poczw dla zonalnych agrochimiczeskich laboratorii. Ministerstwo Sielskowo Choziajstwa SSSR. Gławnoje uprawlenije chimizacji. Izd. Kołos, Moskwa 1968.
- [8] Ostromęcka M.: Szybkość przemian mocznika w różnych warunkach glebowych z uwzględnieniem wpływu dwucyjano-dwuamidu jako stabilizatora azotu. Praca doktorska, Warszawa 1966.
- [9] PPG sees future for potassium azide in agriculture. *Nitrogen* 1972, 76, 42.
- [10] Simpson D. M. H., Melsted S. W.: Urea hydrolysis and transformation in some illinois soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 27, 1963, 1, 40–50.
- [11] Smirnow P., Bazilewicz S.: Stosowanie inhibitorów nityfikacji jako sposób zwiększenia efektywności nawozów azotowych. *Międzynar. Czasop. rol.* 1973, 6, 36–39.
- [12] Wywołkina A. G., Bljum B. G.: Wlijanije ingibitora 2-chlor-6-trichlor-mietilpiridina na skorost nityfikacji i ispolzowanie azota udobreni rastieniami. *Agrochimija* 1974, 4, 3–8.
- [13] Żurawska-Tomczyk A.: Hamowanie procesów nityfikacji w glebie. CBR, Warszawa 1969.
- [14] Żurawska-Tomczyk A.: Próba wykorzystania inhibitorów nityfikacji dla zwiększenia działania nawozów azotowych. Praca doktorska, Warszawa 1969.

К. БОРАТЫНСКИ, М. ЗЕНТЕЦКА, Г. МАЛКЕВИЧ, Г. ШПИКОВСКА

ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРОВ НИТРИФИКАЦИИ НА ПРЕВРАЩЕНИЕ АЗОТА  
В ПОЧВЕ И ФОРМЫ АЗОТА В РАСТЕНИИ

ЧАСТЬ I-Я. АЗИД НАТРИЯ КАК ИНГИБИТОР НИТРИФИКАЦИИ  
АММИАЧНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ

Институт агрохимии, почвоведения и микробиологии,  
Сельскохозяйственная академия во Вроцлаве

Резюме

Проводились инкубационные опыты на различных почвах (табл. 1) по влиянию азида натрия на темпы протекания нитратного процесса.

Исследования показали, что действие азида натрия как ингибитора нитрификации было сходно с действием дииандиамида, но на много слабее чем препарата N-Serwe (рис. 1). Дозы азида натрия в пределах 2-10% в отношении к общей дозы азота оказались мало эффективными. Отчетливое торможение нитратного процесса наблюдалось только в вариантах с применением этого ингибитора в дозах 20-50% от общего азота (рис. 1). Дозы такой величины не могут однако найти практического употребления.

K. BORATYNSKI, M. ZIĘTECKA, H. MAŁKIEWICZ, H. SZPIKOWSKA

EFFECT OF NITRIFICATION INHIBITORS ON THE NITROGEN  
TRANSFORMATION IN SOIL AND NITROGEN FORMS IN PLANT

PART I. SODIUM AZIDE AS AN INHIBITOR OF THE AMMONIUM NITROGEN  
NITRIFICATION IN SOIL

Institute of Agricultural Chemistry, Soil Science and Microbiology,  
Agricultural University of Wrocław

Summary

Incubation experiments on the sodium azide effect on the nitrification process rate in various soils were carried out (Table 1).

The experiments have proved that sodium azide as an inhibitor of nitrification acted similarly as dicyano-diamide and much weaker than N-Serve (Fig. 1). The azide rates ranging within 2-10% in relation to added amount of ammonium nitrogen appeared to be little effective. A distinct inhibition of the nitrification process was found only at the rates of this chemical agent ranging within 20-50% (Fig. 1). However, such high rates cannot find any practical application.

Prof. dr Kazimierz Boratyński  
Instytut Chemii Rolniczej,  
Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR  
Wrocław, ul. Grunwaldzka 53

