

KAZIMIERZ BORATYŃSKI, MARIA ZIĘTECKA

WPŁYW INHIBITORÓW NITRYFIKACJI NA PRZEMIANĘ AZOTU  
W GLEBIE I FORMY AZOTU W ROŚLINIE  
CZEŚĆ III. PRZYDATNOŚĆ SULFATIAZOLU I CHLORAMFENIKOLU  
JAKO INHIBITORÓW NITRYFIKACJI W GLEBIE

Instytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR  
we Wrocławiu

W poprzednich publikacjach [1, 2] przedstawiono wyniki badań nad kilkoma inhibitorami: N-serve, tiomocznikiem i dwucyjanodwuamidem, które były przedmiotem badań także innych autorów [4—6, 7, 8]. Zajmowano się również azydkiem sodu, preparatem mało znanym jako inhibitor nitryfikacji, zaledwie wzmiankowanym w literaturze [2].

W różnych krajach trwają poszukiwania substancji, która wykazywałaby zdolność hamowania procesu nitryfikacji w glebie przez dłuższy okres, nie wywierając ujemnego wpływu na środowisko biologiczne i plonowanie roślin, a była przy tym łatwo dostępna.

W literaturze amerykańskiej pojawiły się publikacje dotyczące zastosowania sulfatiazolu jako inhibitora nitryfikacji [3, 10]. Stało się to asumptem do podjęcia badań nad tym preparatem oraz innym, stosowanym także powszechnie w medycynie — chloramfenikolem<sup>1</sup>.

Celem pracy było określenie zdolności hamowania przez sulfatiazol i chloramfenikol procesu nitryfikacji w glebie oraz zbadanie ich wpływu na plonowanie roślin i pobieranie składników mineralnych. Jako preparatu porównawczego użyto N-serve.

METODYKA BADAŃ

Przeprowadzono badania inkubacyjne oraz doświadczenia wegetacyjne.

Do doświadczeń inkubacyjnych użyto dwu gleb (gleba I i II) różniących się składem mechanicznym, zawartością rozpuszczalnych form azotu i C organicznego (tab. 1). Dawka azotu wynosiła 100 ppm w formie

<sup>1</sup> Chloramfenikol (chloromycetyna) wytwarzany przez szczep promieniowców *Streptomyces venezuelae* otrzymywany w kraju syntetycznie. Działa bakteriostatycznie na bakterie gramujemne.

Niektóre właściwości fizyczne i chemiczne gleb użytych do doświadczeń  
Some physical and chemical properties of soil used in trials

Właściwości - Properties	Gleba - Soil			
	I	II	III	IV
Części spławialne - Clay particles	8	16	19	46
pH/KCl/	5,7	5,8	5,0	7,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/100 g gleby <sup>x</sup> - of soil <sup>x</sup>	7,0	10,0	11,8	22,9
K <sub>2</sub> O, mg/100 g gleby <sup>x</sup> - of soil <sup>x</sup>	2,3	14,0	17,5	55,0
Mg - mg/100 g gleby <sup>xx</sup> - of soil <sup>xx</sup>	1,0	3,4	4,0	12,8
N-NH <sub>4</sub> , ppm	17	26	15	6
N-NO <sub>3</sub> , ppm	13	49	28	32
N og, % - total N, %	0,04	0,05	0,07	0,20
C według Tiurina - C after Tiurin - %	0,42	0,67	0,84	2,26
C : N	10,5:1	13,4:1	12,0:1	11,3:1
<sup>x</sup> - Według Egnera-Riehma - After Egner-Riehm <sup>xx</sup> - Według Schachtschabela - After Schachtschabel				

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>. Jako inhibitory zastosowano N-serve (roztwór acetonowy), sulfatiazol i chloramfenikol (roztwory wodne) w ilościach 1% w stosunku do dawki azotu. Metodykę przeprowadzania doświadczeń oraz oznaczania N-NH<sub>4</sub> i N-NO<sub>3</sub> w czasie inkubacji gleb podano w poprzedniej publikacji [2]

Doświadczenia vegetacyjne przeprowadzono w wazonach Wagnera w hali vegetacyjnej oraz w wazonach wkopanych (rury winidurowe bez dna o głębokości 60 cm, średnicy 28 cm i pojemności 30 kg) na otwartej przestrzeni. W doświadczeniu wazonowym 1 oraz w doświadczeniu 2 w wazonach wkopanych podłożem była gleba brunatna (gleba III), a w doświadczeniu 3 w wazonach wkopanych — czarna ziemia (gleba IV). Ogólną charakterystykę gleb podano w tab. 1. Rośliną doświadczalną we wszystkich doświadczeniach był rajgras włoski. W wazonach wkopanych po IV sprzęcie rajgrasu usunięto masę korzeniową i zasiano, jako roślinę następczą, gorczycę białą.

Nawożenie fosforem zastosowano przedsięwzięcie — pod rajgras 0,75 g (doświadczenie 1) bądź 1 g (doświadczenie 2 i 3), a pod gorczycę 0,5 g P na wazon.

Przedsięwzięta dawka potasu wynosiła we wszystkich doświadczeniach 2 g K, przy czym rajgras (doświadczenie 1, 2 i 3) zasilono po II pokosie 1 g K na wazon. Nawożenie magnezem wynosiło we wszystkich doświadczeniach 0,5 g Mg na wazon (przedsięwzięcie).

Azot w doświadczeniu w wazonach Wagnera (doświadczenie 1) zastosowano w formach (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> w dawkach po 2 g N na wazon wraz z inhibitorem przedsięwzięcie i po II pokosie. W wazonach wkopanych

na obu glebach stosowano dwa poziomy nawożenia azotem wyłącznie w formie  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Pod rajgras dawki — niższą po 0,5 g, a wyższą po 1 g N na wazon wraz z inhibitorem — zastosowano dwukrotnie, a mianowicie 10 dni po wzejściu roślin oraz po I pokosie. Po II pokosie dano do wszystkich wazonów po 1 g N bez inhibitora. Pod gorczycę zastosowano analogicznie przedsięwzięcie 0,5 lub 1 g N na wazon wraz z inhibitorem, a w początkach tworzenia się pąków kwiatowych dano jednolicie do wszystkich wazonów po 1 g N bez inhibitora (tab. 2).

Inhibitory nityfikacji stosowano w ilości 2% (w doświadczeniu 1 także 1%) w stosunku do każdorazowej dawki azotu. N-serve stosowano zgodnie z zaleceniami i analogicznie do tego sulfatiazol. Chloramfenikol<sup>2</sup> dodawano do nawozów azotowych po uprzednim zmieszaniu go z drobnym piaskiem kwarcowym.

Gorczycę na obu glebach wysiano 8.VIII, a jej sprzęt przeprowadzono w początkach kwietnia 17.IX.

W materiale roślinnym oznaczono N ogółem. N- $\text{NO}_3$ , P, K, Ca i Mg metodami rutynowymi.

Istotność różnic międzyobiektowych wielkości plonów roślin określono przy pomocy analizy wariancji [9].

T a b e l a 2

Terminy siewu, wschodów i sprzętów rajgrasu  
Ryegrass sowing, sprouting and harvest dates

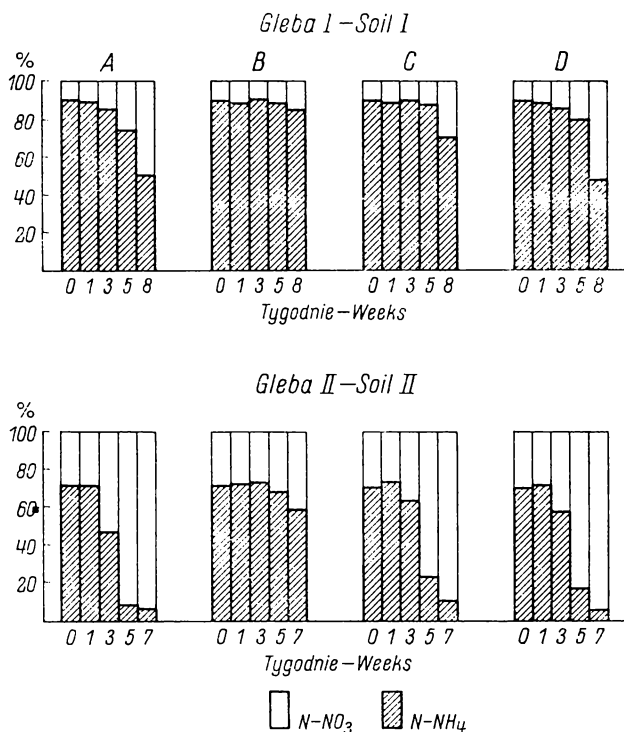
Wyszczególnienie Specification	Doświadczenie - Trials		
	1	2	3
Siew - Sowing	23.VI	4.V	2.V
Wschody - Sprouting	30.VI	12.V	11.V
Pokosy - Cuts:			
I	4.VIII	7.VI	5.VI
II	18.VIII	27.VI	22.VI
III	9.IX	11.VII	4.VII
IV	2.X	27.VII	23.VII
Okres wegetacji w dniach Growing season in days	64	76	73

## WYNIKI BADAŃ

### DOŚWIADCZENIA INKUBACYJNE

W czasie inkubacji gleby cięższej (gleba II) o znacznie większej początkowej zawartości azotu rozpuszczalnego, w szczególności w formie azotanowej (tab. 1), następowało w porównaniu z glebą lżejszą (gleba I)

<sup>2</sup> Nierozpuszczalny w acetonie i bardzo słabo rozpuszczalny w wodzie.



Rys. 1. Doświadczenia inkubacyjne. Procentowy udział  $N-NH_4$  w sumie  $N-NH_4$  i  $N-NO_3$

A — bez inhibitora, B — 1% N-Serve, C — 1% sulfatiazolu, D — 1% chloramfenikolu

Incubation trials. Percentage of  $N-NH_4$  in the sum of  $N-NH_4$  and  $N-NO_3$

A — no inhibitors, B — N-Serve 1%, C — sulphatiazol 1%, D — chloramphenicol 1%

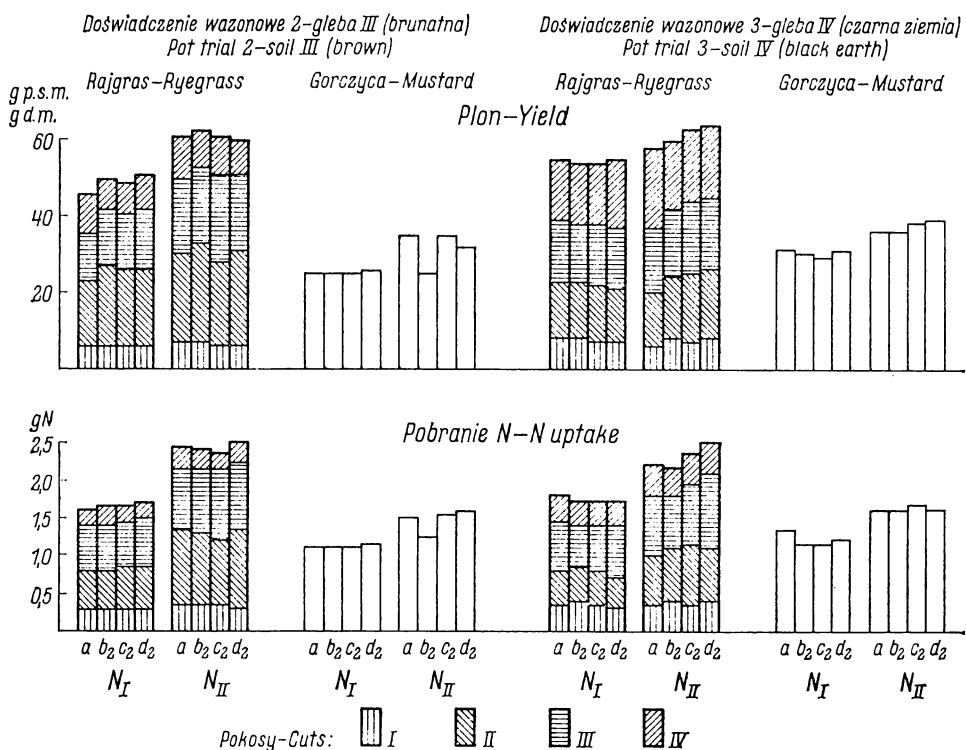
szybsze uruchamianie azotu glebowego. Przebieg procesu nityfikacji azotu amonowego dodanego do gleby był również znacznie szybszy w glebie II aniżeli w glebie I (rys. 1-A).

Podobnie jak w poprzednich badaniach [2], N-serve bardzo silnie hamował proces nityfikacji azotu amonowego w glebie przez cały okres trwania doświadczeń, tj. w ciągu 8 tygodni w glebie I lub 7 tygodni w glebie II (rys. 1-B). Sulfatiazol działał znacznie słabiej, hamując nityfikację w glebie I przez 5 tygodni, a w glebie II przez 3 tygodnie (rys. 1-C). Wyniki te są zbliżone do uzyskanych przez Reddyego i Prasada [10] oraz Bundyego i Bremnera [3]. Najślabszym spośród badanych inhibitorów nityfikacji był chloramfenikol. Jego działanie zaznaczyło się na obydwu glebach tylko w ciągu trzech tygodni (rys. 1-D).

#### DOŚWIADCZENIA WEGETACYJNE

Plony roślin oraz zawartość i pobranie azotu ogółem. Wpływ inhibitorów nityfikacji na wielkość plonów zależ-





Rys. 3. Plony suchej masy rajgrasu i gorczycy (poplon) oraz pobranie azotu (wazon wkopane) w g/wazon

dawki N:  $N_I$  — dawka pojedyncza,  $N_{II}$  — dawka podwójna; inhibitory: a — bez inhibitora,  $b_2$  — N-Serve 2%,  $c_2$  — sulfatiazol 2%,  $d_2$  — chloramfenikol 2%

Ryegrass and mustard (aftercrop) dry matter yields and the nitrogen uptake (buried pots) in g per pot

N rate:  $N_I$  — single rate,  $N_{II}$  — double rate; inhibitors: a — no inhibitors,  $b_2$  — N-Serve 2%,  $c_2$  — sulphathiazol 2%,  $d_2$  — chloramphenicol 2%

cie z N-serve w stosunku do pozostałych obiektów, w których plony rajgrasu utrzymywały się na zbliżonym poziomie (rys. 3, doświadczenie 2- $N_{II}$ ). Na czarnej ziemi (gleba IV), przy niższym poziomie nawożenia azotem, żaden ze stosowanych inhibitorów nie wpłynął na wielkość plonu rajgrasu (rys. 3, doświadczenie 3- $N_I$ ), natomiast przy zwiększonej dawce azotu sulfatiazol i chloramfenikol spowodowały jego wzrost (rys. 3, doświadczenie 3- $N_{II}$ ).

Plony gorczycy przy niższym poziomie nawożenia azotowego nie były, i to zarówno na glebie brunatnej (gleba III), jak i czarnej ziemi (gleba IV) uzależnione od inhibitorów (rys. 3, doświadczenie 2 i 3- $N_I$ ). Przy zastosowaniu zwiększonej dawki azotu, a więc i tym samym wzroście ilości inhibitora wprowadzonego do gleby, chloramfenikol, a w szczególności N-serve spowodowały na glebie brunatnej (gleba III) obniżkę plonu gorczycy (rys. 3, doświadczenie 2- $N_{II}$ ). Ujemne działanie wyższych dawek N-serve na plonowanie roślin obserwowano już w poprzednich badaniach

[1]. Tych ujemnych skutków N-serve na plon gorczycy nie stwierdzono na czarnej ziemi, a chloramfenikol spowodował nawet jego wzrost (rys. 3, doświadczenie 3-N<sub>II</sub>). Zgodnie z poprzednimi badaniami [2] działanie N-serve mogło w tych warunkach (wysoka zawartość substancji organicznej w glebie — tab. 1), wskutek częściowej sorpcji tego preparatu, ulec osłabieniu.

Procentowa zawartość azotu całkowitego w roślinach na ogół nie wykazywała zróżnicowania w zależności od czynników doświadczeń. Można stwierdzić jedynie podwyższoną jego zawartość w rajgrasie w doświadczeniu 2 na wyższej dawce azotu w porównaniu z niższą. Różnice w wielkości plonów roślin nie pociągały za sobą zmian stężenia azotu, jedynie przy drastycznym zmniejszeniu się plonu gorczycy pod wpływem N-serve można stwierdzić w roślinach tego obiektu wyraźny wzrost zawartości azotu.

Na pobranie azotu przez rośliny rzutowała więc głównie wielkość plonu. Tak więc układ wartości pobrania azotu jest w większości wypadków zbliżony do układu wielkości plonów roślin (rys. 2, 3).

Zawartość azotu azotanowego. Poziom azotanów w rajgrasie był wyższy w serii z mocznikiem niż z siarczanem amonu (tab. 3). Zwiększenie dawki azotu powodowało wzrost zawartości N-NO<sub>3</sub> w rajgrasie (tab. 4) i gorczycy (tab 5).

N-serve, podobnie jak w poprzednich badaniach [2], wyraźnie zmniejszała zawartość azotanów w rajgrasie (tab 3, 4) oraz gorczycy (tab. 5). Inhibitor ten w większym stopniu obniżał stężenie azotanów w rajgrasie żywionym mocznikiem aniżeli siarczanem amonu. Zwiększenie dawki N-serve z 1 do 2% nie powodowało już w roślinach dodatkowej obniżki zawartości N-NO<sub>3</sub> (tab. 3).

Tabela 3

Zawartość N-NO<sub>3</sub> w procentach p.s.m. rajgrasu. Doświadczenie 1  
N-NO<sub>3</sub> content in per cent of the ryegrass air dry matter  
trial 1

inhibitor - Inhibitor		/NH <sub>4</sub> /2 SO <sub>4</sub>				CO/NH <sub>2</sub> /2			
rodzaj kind	dawka dose %	pokos - cut							
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
0		0,46	0,34	0,12	0,09	0,72	0,55	0,58	0,55
N-Serve	1	0,32	0,28	0,09	0,06	0,38	0,27	0,14	0,11
	2	0,28	0,26	0,08	0,06	0,33	0,29	0,14	0,10
Sulfatiazol Sulphathiasol	1	0,44	0,27	0,10	0,10	-	-	-	-
	2	0,38	0,28	0,11	0,10	0,57	0,46	0,42	0,42
Chloramfenikol Chloramphenicol	1	0,45	0,26	0,10	0,09	-	-	-	-
	2	0,43	0,30	0,12	0,11	0,69	0,50	0,52	0,58

Wpływ sulfatiazolu na zawartość azotanów w roślinach był znacznie słabszy niż N-serve. Preparat ten spowodował wyraźne zmniejszenie ilości azotanów w rajgrasie w doświadczeniu w wazonach Wagnera z mocznikiem (tab. 3) oraz w wazonach wkopanych w rajgrasie (tab. 4) i

Tabela 4

Zawartość N-NO<sub>3</sub> w procentach p.s.m. rajgrasu. Doświadczenia 2 i 3  
N-NO<sub>3</sub> content in per cent of the ryegrass air-dry matter  
Trials 2 and 3

Nawożenie N N fertilization	Inhibitor Inhibitor	Doświadczenie 2 - gleba III Trial 2 - soil III				Doświadczenie 3 - gleba IV Trial 3 - soil IV			
		pokos - cut							
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
N <sub>I</sub>	0	0,58	0,03	0,12	0,02	0,64	0,06	0,13	0,03
	N-Serve	0,51	0,02	0,13	0,01	0,56	0,04	0,10	0,02
	sulfatiazol sulphathiazol	0,54	0,02	0,14	0,02	0,60	0,05	0,09	0,03
	chloramfenikol chloramphenicol	0,63	0,02	0,13	0,02	0,63	0,05	0,14	0,03
N <sub>II</sub>	0	0,78	0,31	0,18	0,02	0,39	0,61	0,47	0,04
	N-Serve	0,61	0,12	0,08	0,02	0,78	0,44	0,23	0,04
	sulfatiazol sulphathiazol	0,68	0,21	0,14	0,02	0,87	0,45	0,16	0,04
	chloramfenikol chloramphenicol	0,76	0,30	0,14	0,02	0,89	0,60	0,32	0,03

N<sub>I</sub> - 0,5 g N z inhibitorem po wschodach i po I pokosie, 1 g N po II pokosie  
0,5 g N with inhibitor after sprouting and after the 1st cut, 1 g N after the II<sup>nd</sup> cut

N<sub>II</sub> - 1 g N z inhibitorem po wschodach i po I pokosie, 1 g N po II pokosie  
1 g N with inhibitor after sprouting and after the 1st cut, 1 g N after the II<sup>nd</sup> cut

Tabela 5

Zawartość N-NO<sub>3</sub> w procentach p.s.m. gorczyczy. Doświadczenie 2 i 3  
N-NO<sub>3</sub> content in % of the mustard air-dry matter. Trials 2 and 3

Nawożenie N N fertilization	Inhibitor - Inhibitor	Doświadczenie 2 gleba III Trial 2, soil III	Doświadczenie 3 gleba IV Trial 3, soil IV
N <sub>I</sub>	0	0,39	0,24
	N-Serve	0,30	0,21
	sulfatiazol sulphathiazol	0,40	0,24
	chloramfenikol chloramphenicol	0,43	0,25
N <sub>II</sub>	0	0,50	0,36
	N-Serve	0,40	0,28
	sulfatiazol sulphathiazol	0,46	0,27
	chloramfenikol chloramphenicol	0,48	0,38

N<sub>I</sub> - 0,5 g N z inhibitorem przedsiwianie, 1 g N w fazie tworzenia pąków kwiatowych  
N<sub>I</sub> - 0,5 g N with inhibitor before sowing, 1 g N in the flower bud formation phase

N<sub>II</sub> - 1 g N z inhibitorem przedsiwianie, 1 g N w fazie tworzenia pąków kwiatowych  
N<sub>II</sub> - 1 g N with inhibitor before sowing, 1 g N in the flower bud formation phase



gorzcycy (tab. 5) na obydwu glebach, ale wyłącznie przy wyższym poziomie nawożenia azotem.

Chloramfenikol nie wpłynął na poziom azotanów w roślinach (tab. 3, 4, 5).

Pobranie P, K, Ca i Mg. W doświadczeniu w wazonach Wagnera N-serve spowodował zarówno w serii z siarczanem, jak mocznikiem wzrost pobrania przez rajgras fosforu i potasu i spadek wapnia i magnezu (tab. 6), co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez Koter [6]

Tabela 6

Pobranie P, K, Ca, Mg przez pierwsze dwa pokosy rajgrasu w mg na wazon  
Doświadczenie 1  
P, K, Ca and Mg uptake by two first cuts of ryegrass in mg per  
Trial 1

Inhibitor - Inhibitor		/NH <sub>4</sub> /2 SO <sub>4</sub>				CO/NH <sub>2</sub> /2			
rodzaj kind	dawka dose %	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
0		167	1345	103	70	150	1336	183	77
N-Serve	1	180	1403	92	67	187	1411	133	67
	2	183	1395	88	66	196	1414	127	68
Sulfatiazol Sulphathiasol	1	172	1371	107	70	-	-	-	-
	2	166	1298	94	66	194	1587	165	74
Chloramfenikol Chloramphenicol	1	165	1359	102	69	-	-	-	-
	2	166	1324	104	70	154	1344	189	82

Tabela 7

Pobranie P, K, Ca, Mg przez pierwsze dwa pokosy rajgrasu w mg na wazon  
Doświadczenia 2 i 3  
P, K, Ca and Mg uptake by two first cuts of ryegrass in mg per pot  
Trials 2 and 3

Nawożenie N ferti- lization	Inhibitor Inhibitor	Doświadczenie 2 - gleba III Trial 2 - soil III				Doświadczenie 3 - gleba IV Trial 3 - soil IV			
		P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
N <sub>I</sub>	0	135	1028	124	60	146	1031	143	53
	N-Serve	157	1228	138	65	153	1078	143	51
	sulfatiazol sulphathiasol	163	1197	134	62	145	1057	144	51
	chloramfenikol chloramphenicol	155	1202	134	65	140	970	132	51
N <sub>II</sub>	0	191	1468	165	85	171	1040	165	55
	N-Serve	199	1576	178	88	161	1167	159	60
	sulfatiazol sulphathiasol	190	1399	151	76	167	1241	166	62
	chloramfenikol chloramphenicol	195	1510	176	88	159	1266	185	66

N<sub>I</sub> - 0,5 g N z inhibitorem po wschodach i po I pokosie  
0.5 g N with inhibitor after sprouting and after the 1st cut

N<sub>II</sub> - 1 g N z inhibitorem po wschodach i po I pokosie  
1 g N with inhibitor after sprouting and after the 1st cut

i Jurkowską [4]. Również sulfatiazol w doświadczeniu tym zwiększył pobranie przez rajgras fosforu i potasu oraz obniżył pobranie wapnia w stosunku do obiektu kontrolnego, ale tylko w serii z mocznikiem (tab. 6). Natomiast chloramfenikol nie wpłynął na pobranie badanych makroskładników (tab. 6).

W doświadczeniach w wazonach wkopanych (rajgras, gorczyca) inhibitory na ogół nie wywierały wpływu na pobranie składników mineralnych bądź ich wpływ był różnokierunkowy (tab 7, 8).

Stwierdzone pod wpływem inhibitorów zmiany w pobraniu omawianych makroskładników uwarunkowane były w większości przypadków zmianami ich stężenia (procentowa zawartość) w roślinach, a nie wielkości plonów. Jedynie spadek pobrania pod wpływem N-serve wszystkich

Tabela 8

Pobranie P, K, Ca, Mg przez gorczycę w mg na wazon  
Doświadczenia 2 i 3  
P, K, Ca and Mg uptake by mustard in mg per pot  
Trials 2 and 3

Nawożenie N N ferti- lization	Inhibitor Inhibitor	Doświadczenie 2 - gleba III Trial 2 - soil III				Doświadczenie 3 - gleba IV Trial 3 - soil IV			
		P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
N <sub>I</sub>	0	107	483	565	144	127	559	900	169
	N-Serve	104	454	593	143	112	475	804	154
	sulfatiazol sulphathiasol	109	511	560	139	110	452	780	145
	chloramfenikol chloramphenicol	108	502	594	143	126	553	921	172
N <sub>II</sub>	0	164	670	848	202	148	677	1037	202
	N-Serve	135	500	562	130	152	682	1038	218
	sulfatiazol sulphathiasol	164	686	794	196	145	680	1054	214
	chloramfenikol chloramphenicol	151	612	786	187	151	729	1086	217
N <sub>I</sub> - 0,5 g N z inhibitorem przed siewem, 1 g N w fazie tworzenia pąków kwiatowych 0,5 g N with inhibitor before sowing, 1 g N in the flower bud formation phase									
N <sub>II</sub> - 1 g N z inhibitorem przed siewem, 1 g N w fazie tworzenia pąków kwiatowych 1 g N with inhibitor before sowing, 1 g N in the flower bud formation phase									

badanych składników przez gorczycę na glebie III i wyższym poziomie nawożenia azotem (tab. 8) był wynikiem obniżki plonu w tym obiekcie (rys. 3, doświadczenie 2-N<sub>II</sub>).

#### WNIOSKI

W wyniku przeprowadzonych badań nad przydatnością sulfatiazolu i chloramfenikolu jako inhibitorów nitryfikacji w porównaniu z N-serve można wyciągnąć następujące wnioski.

1. W doświadczeniach inkubacyjnych sulfatiazol w znacznie mniejszym stopniu niż N-serve hamował przebieg nitryfikacji w glebie. Najmniej skutecznym inhibitorem był chloramfenikol.

2. Wpływ badanych inhibitorów na plony roślin uzależniony był od formy i wielkości dawki nawożenia azotowego oraz od rodzaju gleby.

3. Pobranie azotu ogółem przez rośliny było wyraźnie skorelowane z wielkością ich plonu.

4. Zawartość azotanów w roślinach ulegała znacznemu obniżeniu pod wpływem N-serve. Mniej skutecznie działał sulfatazól, a chloramfenikol nie zmieniał stężenia N-NO<sub>3</sub> w roślinach.

5. W doświadczeniu w wazonach Wagnera N-serve powodował wzrost pobrania przez rajgras fosforu i potasu, a zmniejszenie wapnia i magnezu. W doświadczeniach w wazonach wkopanych wpływ zastosowanych inhibitorów na pobranie P, K, Ca, Mg był różnokierunkowy.

#### LITERATURA

- [1] Boratyński K., Ziętecka M., Małkiewicz H., Szpikowska H.: Wpływ inhibitorów nitryfikacji na przemianę azotu w glebie i formy azotu w roślinie. Cz. I. Azydek sodu jako inhibitor nitryfikacji azotu amonowego w glebie. Roczn. glebozn. 29, 1978, 3, 125—131.
- [2] Boratyński K., Ziętecka M.: Wpływ inhibitorów nitryfikacji na przemianę azotu w glebie i formy azotu w roślinie. Cz. II. Plon i zawartość azotu w rajgrasie w zależności od formy nawożenia azotowego i różnych inhibitorów. Roczn. glebozn. 30, 1979, 2, 45—56.
- [3] Bundy L., Bremner J.: Inhibition of nitrification in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 37, 1973, 396—398.
- [4] Jurkowska H., Wojciechowicz T., Rogóż A.: Wpływ kilku inhibitorów nitryfikacji na plonowanie roślin oraz na pobieranie niektórych składników pokarmowych. Acta Agr. silv. Ser. Agr. 16/1, 1976, 21—35.
- [5] Koter Z.: Preparaty hamujące proces nitryfikacji w glebie i ich wpływ na rośliny uprawne. Post. Nauk rol. 1, 1969, 15—41.
- [6] Koter Z.: Pobieranie P, K, Ca i Mg przez żyto uprawiane na zieloną masę w doświadczeniach wazonowych w zależności od formy azotu i inhibitorów nitryfikacji. Pam. puł. 47, 1971, 97—120.
- [7] Kucharski J.: Wpływ N-serve na plon białka i zawartość mineralnych form azotu w kulkowce psopolitej. Zesz. nauk. ART Olszt. Roln. 26, 1979, 95—100.
- [8] Makarow H. B.: Ispolzowanie miedliennogo dejstwujuščich udobrienii i inhibitorow nitrifikacji. Agrochimija 10, 1975, 144—155.
- [9] Oktaba W.: Metody statystyki matematycznej w doświadczalnictwie. PWN, Warszawa 1971.
- [10] Reddy R., Prasad R.: Studies on the mineralization of urea, watered urea and nitrification inhibitor treated urea in soil. J. Soil Sci. 26, 1975, 3, 304—312.

K. БОРАТЫНСКИ, М. ЗЕНТЕЦКА

ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРОВ НИТРИФИКАЦИИ НА ПРЕВРАЩЕНИЕ АЗОТА  
В ПОЧВЕ И ФОРМЫ АЗОТА В РАСТЕНИИЧАСТЬ 3. ПРИГОДНОСТЬ СУЛЬФАТИАЗОЛА И ХЛОРАМФЕНИКАЛА  
КАК ИНГИБИТОРОВ НИТРИФИКАЦИИ В ПОЧВЕИнститут агрохимии, почвоведения и микробиологии, Сельскохозяйственная академия  
во Вроцлаве

## Резюме

Цель работ составляло испытание в инкубационных и вегетационных опытах пригодности сульфатиазола и хлорамфеникола как ингибиторов нитратного процесса, по сравнению с N-serve.

В инкубационных опытах проведенных на двух почвах, различающихся по механическому составу и содержанию растворимых форм азота (почва I и II, табл. 1), сульфатиазол в заметно меньшей степени, нежели N-serve тормозил ход нитратного процесса в почве. Наименее эффективным ингибитором оказался хлорамфеникол (рис. 1).

В вегетационных опытах проведенных в сосудах Вагнера в вегетационном домике и в сосудах (вместимостью 30 кг) вкопанных в землю на открытой площади испытывалось влияние названных ингибиторов на урожай райграса и горчицы, усвоение N- общего содержание N-NO<sub>3</sub> а также P, K, Ca, Mg. В опытах употреблялась бурая почва и черная земля (почва III и IV — табл. 1), применялись разные формы азота (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> — и дозы азотного удобрения.

Влияние исследованных ингибиторов на урожай растений проявляло зависимость от формы азотного удобрения а также от вида почвы, а усвоение общего азота отчетливо коррелировало с величиной урожая (рис. 2, 3).

Содержание нитратов в растениях заметно понизилось под влиянием N-serve. Менее эффективно действовал сульфатиазол, хлорамфеникол не изменял концентрации N-NO<sub>3</sub> в растениях (табл. 3, 4, 5).

В опыте в сосудах Вагнера внесение N-serve приводило к росту усвоения райграсом фосфора и калия, а к уменьшению кальция и магния. В опытах в сосудах вкопанных в землю влияние примененных ингибиторов на усвоение P, K, Ca, Mg оказалось разносторонним (табл. 6, 7, 8).

K. BORATYŃSKI, W. ZIĘTECKA

EFFECT OF NITRIFICATION INHIBITORS ON THE NITROGEN  
TRANSFORMATION IN SOIL AND THE NITROGEN FORMS IN PLANTPART III. USEFULNESS OF SULPHATHIASOL AND  
CHLORAMPHENICOL AS NITRIFICATION INHIBITORS IN SOILDepartment of Agricultural Chemistry, Soil  
Science and Microbiology, Agricultural University of Wrocław

## S u m m a r y

The aim of the work was to prove in incubation and vegetational trials in greenhouse the usefulness of sulphathiasol and chloramphenicol as nitrification inhibitors as compared with N-Serve.

The incubation trials carried out on two soils differing with mechanical composition and the content of soluble nitrogen forms (soils I and II — Table 1) have proved that sulphathiasol inhibited the nitrification course of soil to a much less degree than N-Serve. The least effective inhibitor proved to be chloramphenicol (Fig. 1)

In vegetational trials carried out in Wagner's pots in the greenhouse as well as in buried pots (of 30 kg capacity) on open grounds the effect of the inhibitors mentioned on the ryegrass and mustard yields, the total nitrogen uptake and the N-NO<sub>3</sub> and P, K, Ca and Mg content was investigated. In these trials brown soil and black earth were used (soils III and IV — Table 1) and, different forms of N-(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> as well as different nitrogen fertilization rates were applied.

The effect of the mentioned inhibitors on yields of plants depended on the form and magnitude of the nitrogen fertilization rates and on the soil type, whereas the total nitrogen uptake was distinctly correlated with the yield magnitude (Figs 2, 3).

The content of nitrates in plants considerably decreased under the N-Serve effect. Less effective was sulphathiasol, whereas chloramphenicol did not change the N-NO<sub>3</sub> concentration in plants (Tables 3, 4, 5).

In the trial carried out in Wagner's pots the phosphorus and potassium uptake by ryegrass increased and the calcium and magnesium uptake decreased under the N-Serve effect. In trials with buried pots the effect of the mentioned inhibitors on the P, K, Ca and Mg uptake was different (Tables 6, 7, 8).

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

