

KAZIMIERZ BORATYŃSKI, MARIA ZIĘTECKA

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

### CZĘŚĆ II. PLON I ZAWARTOŚĆ AZOTU W RAJGRASIE W ZALEŻNOŚCI OD FORMY NAWOŻENIA AZOTOWEGO I RÓŻNYCH INHIBITORÓW

Instytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii Akademii Rolniczej  
we Wrocławiu

Wyniki dotychczasowych prac nad wpływem inhibitorów nitryfikacji na poziom azotanów w roślinach są na ogół zgodne. Wszyscy autorzy uzyskiwali zmniejszenie zawartości azotanów w roślinach pod wpływem inhibitorów, z tym że wielkość zmian była zależna głównie od rodzaju i wysokości dawki inhibitora [5, 6, 7, 9, 10, 14, 15].

Natomiast wyniki badań dotyczące wpływu inhibitorów na zawartość w roślinach oraz pobranie z plonem azotu ogółem i białkowego nie są jednoznaczne. Niektórzy autorzy uzyskali pewien wzrost zawartości azotu w roślinach i jego pobrania [2, 7], inni jednak nie notowali pod wpływem inhibitorów wyraźnych zmian poziomu tego składnika w badanych roślinach [9, 10, 12].

Podobnie w różny sposób działały inhibitory na plonowanie roślin [2, 3, 7, 9, 10, 11, 12].

Celem pracy było zbadanie w warunkach doświadczeń wazonowych wpływu różnych inhibitorów nitryfikacji na plonowanie oraz zawartość azotu ogółem, białkowego i azotanowego w rajgrasie włoskim. Chodziło także o stwierdzenie, czy można by było zastosować jednorazowo większe dawki inhibitora bez szkody dla plonu i czy one zabezpieczyłyby na dłuższy okres hamowanie procesu nitryfikacji w glebie.

W doświadczeniach, obok azotu w formie amonowej i amidowej, stosowano również saletrę wapniową w celu zbadania, czy i w jakim stopniu inhibitor modyfikuje pobieranie azotu przez rośliny.

Badania przeprowadzono w nawiązaniu do poprzednich badań inkubacyjnych [1].

## MATERIAŁ I METODYKA

W latach 1974–1976 przeprowadzono 4 doświadczenia wazonowe z raj-grasem włoskim odmiany Młodnicki. Jako podłoża (tab. 1) w doświadczeniach 1 i 2 użyto gleby brunatnej (a) a w doświadczeniach 3 i 4 czarnej ziemi (b) o wysokiej aktywności biologicznej, którą zmieszano z piaskiem rzeczny w stosunku 2:1. Doświadczenia 1 i 2 przeprowadzono w wazonach o pojemności 12 kg, a doświadczenia 3 i 4 w wazonach mniejszych o pojemności 5,5 bądź 8 kg.

Tabela 1

Niektóre właściwości gleb - Some properties of soil

Gleba - Soil	Właściwości Properties	Części spłzewialne Silt and clay particles	pH/KCl/	Formy rozpuszczalne mg/100 g gleby Soluble forms in mg per 100 g of soil			C organiczny Organic C %	N ogółem Total N %	C:N
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg			
a Brunatna Brown soil		19	7,1	17,7	10,0	7,2	0,77	0,08	9,6:1
b Czarna ziemia Black earth		46	7,1	22,9	55,0	12,8	2,26	0,20	11,3:1

Tabela 2

Formy i dawki azotu oraz inhibitorów  
Forms and dates of application of nitrogen and inhibitors

Wyszczególnienie - Specification	Doświadczenie - Experiment			
	1	2	3	4
Gleba - Soil	a	a	b	b
Dawki N przedsiewne w g Pre-sowing N rates in g	1,5	2	2	2
Dawki N pogłównie po pokosach w g: top - dressing of N rates after cuts in g:				
I	1	-	-	-
II	1	1	1	1
III	1	1	-	-
N w formie: - N in the form of:				
Ca/NO <sub>3</sub> /2	+	+	+	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	+	+	-	-
/NH <sub>4</sub> /2SO <sub>4</sub>	+	+	-	+
CO/NH <sub>2</sub> /2	+	+	+	+
Inhibitor i dawka: Inhibitor and application dose:				
N-Serve	16,6%	-	1%, 2%	1%, 2%
dwucyjanodwuamid - dicyanodiamid	16,6%	2,5%, 12,5%, 12,5% + 12,5% <sup>x</sup>	5%, 10%	5%, 10%
tiomocznik - thiourea	-	-	5%, 10%	5%, 10%
azydek sodu - sodium azide	-	2,5%	-	-

<sup>x</sup> Pogłównie po II pokosie - top - dressing after the II cut

Nawożenie fosforem zastosowano przedsięwzięcie w ilości na wazon 1 g P (doświadczenie 1 i 2) bądź 0,5 g P (doświadczenia 3 i 4). Przedsięwzięcia dawka potasu w doświadczeniach 1 i 2 wynosiła na wazon 1,2 g K, a po pokosach I, II i III — 0,6 g K. W doświadczeniach 3 i 4 dodano na wazon przedsięwzięcie 2 g K oraz po II pokosie 0,6 g K. Nawożenie magnezem było jednakowe we wszystkich doświadczeniach. Przedsięwzięcie zastosowano na wazon 0,5 g Mg, a po II pokosie — 0,3 g Mg. Nawożenie azotem stosowano w doświadczeniach według schematu podanego w tab. 2.

Dawki inhibitorów obliczono w stosunku (%) do przedsięwzięcia dawki azotu. W doświadczeniu 2 zastosowano dodatkowo po II pokosie razem z nawozami azotowymi taką samą dawkę inhibitora jak przedsięwzięcie (tab. 2).

Dwucyjanodwuamid, tiomocznik i azydek sodu dodawano w roztworze wodnym razem z nawozami azotowymi. Natomiast acetonowy roztwór N-Serve mieszano w dniu poprzedzającym założenie doświadczenia z 1/2 kg piasku, pozostawiano na powietrzu dla odpędzenia acetonu, a następnie dodawano do gleby wraz z nawozami azotowymi.

Wilgotność podłoża w wazonach utrzymywano na poziomie 60% maksymalnej nasiąkliwości wodnej.

W doświadczeniach 1 i 2 zebrano 4 pokosy, a w doświadczeniach 3 i 4 — 3 pokosy (tab. 3).

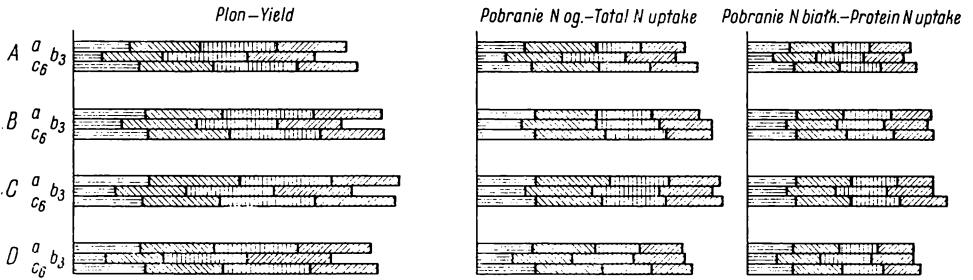
Azot ogółem oraz azot białkowy (po wytrąceniu kwasem trójchlorooctowym) oznaczano metodą Kjeldahla [13], azot azotanowy metodą ksylenolową [13].

Tabela 5

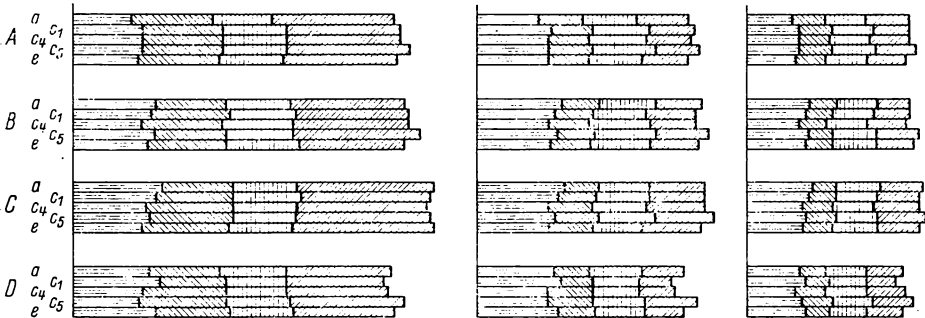
Terminy siewu, wschodów i sprzętów rajgrasu  
Dates of sowing, sprouting and harvest of ryegrass

Wyszczególnienie Specification	Doświadczenie - Experiment			
	1	2	3	4
Siew Sowing	29.IV	27.IV	7.V	20.VII
Wschody Sprouting	5.V	4.V	16.V	25.VII
Pokosy Cuts				
I	13.VI	14.VI	16.VI	27.VIII
II	25.VI	2.VII	28.VI	13.IX
III	11.VII	16.VII	12.VII	7.X
IV	25.VII	18.VIII	-	-
Okres wegetacji w dniach Period of growth days	74	75	57	73

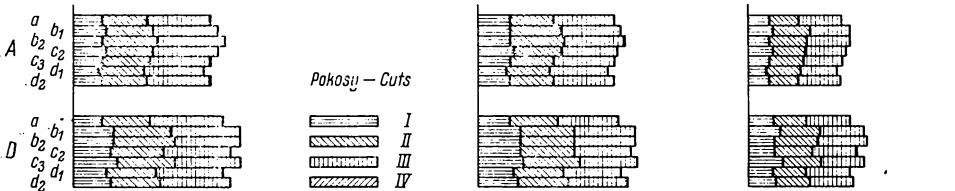
## Doświadczenie 1 – Experiment 1



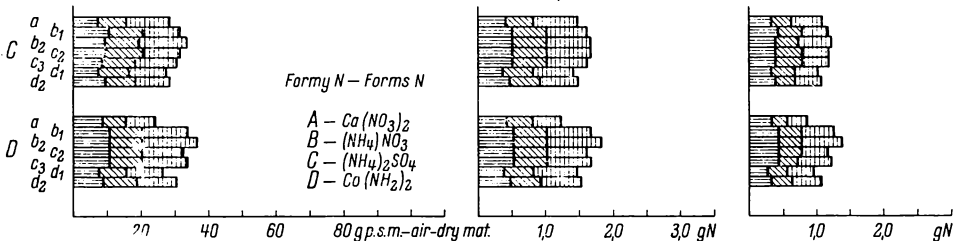
## Doświadczenie 2 – Experiment 2



## Doświadczenie 3 – Experiment 3



## Doświadczenie 4 – Experiment 4



Plony suchej masy rajgrasu oraz pobranie azotu ogółem i białkowego w g/wazon

inhibitory:  $a$  – bez inhibitora,  $b_1$  – N-serve 1%,  $b_2$  – N-serve 2%,  $b_3$  – N-serve 16,6%;  
dwucyjanodwamid:  $c_1$  – 2,5%,  $c_2$  – 5%  $c_3$  – 10%,  $c_4$  – 12,5%  $c_5$  – 12,5% + 12,5%,  $c_6$  – 16,6%;  
 $d_1$  – triomocznik 5%,  $d_2$  – triomocznik 10%,  $e$  – azydek sodu 2,5%

Yields of dry matter of ryegrass as well as of total and protein nitrogen in g per pot

inhibitors:  $a$  – no inhibitor,  $b_1$  – N-serve 1%,  $b_2$  – N-serve 2%,  $b_3$  – N-serve 16,6%; dicy-  
anodiamide:  $c_1$  – 2,5%,  $c_2$  – 5%,  $c_3$  – 10%,  $c_4$  – 12,5%,  $c_5$  – 12,5 + 12,5%,  $c_6$  – 16,6%;  
 $d_1$  – thiourea 5%,  $d_2$  – thiourea 10%,  $e$  – sodium azide 2,5%

## WYNIKI BADAŃ

## PLONY RAJGRASU

Obliczenia statystyczne wykazały istotność różnic w wysokości plonów rajgrasu między wszystkimi seriami nawożenia azotowego poszczególnych doświadczeń z wyjątkiem doświadczenia 4.

Na glebie brunatnej najwyższe plony uzyskiwano (rys. 1) na siarczanie amonu, niższe na azotanie amonu, a najniższe na saletrze wapniowej (doświadczenie 1) bądź na moczniku (doświadczenie 2). Natomiast w doświadczeniach przeprowadzonych na czarnej ziemi mocznik okazał się lepszym nawozem niż saletra wapniowa (doświadczenie 3), a równorzędnym z siarczanem amonu (doświadczenie 4).

Poziom plonów rajgrasu uzależniony był także od rodzaju i wielkości dawki zastosowanego inhibitora.

N-Serve w dawkach 1 i 2% (doświadczenie 3, 4) zwiększał istotnie plon rajgrasu w stosunku do obiektów kontrolnych (rys. 1). Natomiast inhibitor ten zastosowany w dawce bardzo wysokiej (16,6% — doświadczenie 1) spowodował istotną obniżkę plonu we wszystkich pokosach, a szczególnie w pokosie I (rys. 1). Pozytywne działanie niskich dawek N-Serve z jednej strony, a szkodliwy wpływ wysokich stężeń tego preparatu na plonowanie roślin stwierdzili także inni autorzy [5, 12].

Dwucyjanodwuamid zastosowany na glebie brunatnej w dawkach 2,5 i 12,5% (doświadczenie 2) oraz 16,6% (doświadczenie 1) nie wpłynął istotnie na wysokość plonów roślin (rys. 1). Natomiast zastosowanie przedsewnej i pogłówniej dawki tego preparatu, każdorazowo w ilości 12,5% (doświadczenie 2), zwiększyło istotnie plon rajgrasu w IV pokosie oraz sumaryczny plon 4 pokosów we wszystkich seriach nawożenia azotowego, z wyjątkiem serii z siarczanem amonu. W doświadczeniach 3 i 4 przeprowadzonych na czarnej ziemi dwucyjanodwuamid (dawki 5 i 10%) zwiększył istotnie plon rajgrasu w stosunku do obiektów kontrolnych. W doświadczeniach tych plony rajgrasu na dwucyjanodwuamidzie dorównywały wysokością plonom na N-Serve.

Być może, że pozytywny wpływ stosunkowo wysokich dawek dwucyjanodwuamidu na plonowanie rajgrasu spowodowany był pobraniem pewnych ilości azotu z samego preparatu, co sugerują również inni autorzy [16].

Tiomocznik na ogół nie wpływał na plonowanie rajgrasu. Jedynie w doświadczeniu 4 preparat ten w dawce wyższej (10%) spowodował w serii z mocznikiem w stosunku do obiektu kontrolnego istotny wzrost plonu roślin.

Azydek sodu w dawce 2,5% nie wywarł wpływu na plonowanie rajgrasu (doświadczenie 2, rys. 1). Zastosowany w ilości 12,5% preparat ten spowodował uszkodzenie roślin w czasie wschodów i ich wygięcie.

Przeprowadzone przez nas testy potwierdziły szkodliwość wyższych stężeń tego preparatu dla roślin. Dodać można, że azydek sodu stosowany jest także jako herbicyd [8].

#### ZAWARTOŚĆ ORAZ POBRANIE AZOTU OGÓŁEM I BIAŁKOWEGO

W przeprowadzonych doświadczeniach nie stwierdzono na ogół wpływu formy nawożenia azotowego, jak też i inhibitorów nitrifikacji na zawartość azotu ogółem oraz białkowego. Jedynie w obiektach z wysoką dawką N-Serve (16,6% — doświadczenie 1) zawartość N-ogółem i białkowego w roślinach była w stosunku do obiektów kontrolnych znacznie wyższa. Tendencja do wzrostu zawartości N-ogółem i białkowego w roślinach wystąpiła pod wpływem dwucyanodwuamidu zastosowanego (doświadczenie 2) w wysokiej dawce przedsięwnej i pogłównej (12,5%+12,5%). Tak więc pobranie N-ogółem i białkowego uzależnione było głównie od wysokości plonu rajgrasu. Układ wielkości pobrania jest zbliżony w poszczególnych doświadczeniach do układu wysokości plonów rajgrasu (rys. 1). Wymienione zmiany zawartości azotu ogółem i białkowego, spowodowane zastosowaniem wysokiej dawki N-Serve i dwucyanodwuamidu, znajdują swoje odbicie w pobraniu N.

#### ZAWARTOŚĆ AZOTU AZOTANOWEGO

Poziom azotanów był znacznie niższy w plonach rajgrasu uzyskanych na glebie brunatnej (doświadczenia 1 i 2) niż na czarnej ziemi (doświadczenia 3 i 4, tab. 4-7). Na glebie brunatnej wystąpiły duże różnice w

Tabela 4

Zawartość N-NO<sub>3</sub> w rajgrassie, % w psm - doświadczenie 1  
N-NO<sub>3</sub> content in ryegrass, % in air-dry matter 1st experiment

Forma N N form	Inhibitor - Inhibitor		Pokosy - Cuts			
	rodzaj - kind	dawka % - dose %	I	II	III	IV
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	bez inhibitora no inhibitor	-	0,30	0,38	0,03	0,15
	N-Serve	16,6	0,52	0,60	0,16	0,16
	dwucyanodwuamid dicyanodiamide	16,6	0,24	0,40	0,03	0,12
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	bez inhibitora no inhibitor	-	0,16	0,83	0,04	0,14
	N-Serve	16,6	0,42	0,57	0,07	0,26
	dwucyanodwuamid dicyanodiamide	16,6	0,13	0,28	0,03	0,15
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	bez inhibitora no inhibitor	-	0,09	0,11	0,01	0,01
	N-Serve	16,6	0,13	0,03	0,01	0,01
	dwucyanodwuamid dicyanodiamide	16,6	0,02	0,04	0,01	0,01
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	bez inhibitora no inhibitor	-	0,15	0,27	0,02	0,07
	N-Serve	16,6	0,33	0,28	0,08	0,05
	dwucyanodwuamid dicyanodiamide	16,6	0,03	0,11	0,02	0,05

T a b e l a 5

Zawartość N-NO<sub>3</sub> w rajgrasie, % w psm - doświadczenie 2  
N-NO<sub>3</sub> content in ryegrass, % in air-dry matter 2nd experiment

Forma N N form	Inhibitor - Inhibitor		Pokosy - Cuts			
	rodzaj - kind	dawka dose ‰ %	I	II	III	IV
Ca/NO <sub>3</sub> /2	bez inhibitora no inhibitor	-	0,54	0,02	0,58	0,01
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	2,5	0,54	0,01	0,44	0,01
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	12,5	0,55	0,01	0,46	0,01
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	12,5+12,5	0,52	0,01	0,50	0,01
	azydek sodu sodium azide	2,5	0,58	0,01	0,46	0,01
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	bez inhibitora no inhibitor	-	0,58	0,02	0,36	0,01
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	2,5	0,47	0,01	0,26	0,01
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	12,5	0,48	0,01	0,29	0,00
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	12,5+12,5	0,47	0,01	0,31	0,00
	azydek sodu sodium azide	2,5	0,55	0,02	0,29	0,01
/NH <sub>4</sub> /2SO <sub>4</sub>	bez inhibitora no inhibitor	-	0,48	0,02	0,16	0,01
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	2,5	0,09	0,01	0,04	0,00
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	12,5	0,08	0,02	0,05	0,00
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	12,5+12,5	0,08	0,01	0,05	0,00
	azydek sodu sodium azide	2,5	0,50	0,03	0,08	0,00
CO/NH <sub>2</sub> /2	bez inhibitora no inhibitor	-	0,56	0,01	0,24	0,01
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	2,5	0,20	0,01	0,02	0,00
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	12,5	0,21	0,01	0,01	0,00
	dwucyjanodwuwamid dicyanodiamide	12,5+12,5	0,19	0,01	0,00	0,00
	azydek sodu sodium azide	2,5	0,51	0,01	0,22	0,01

zawartości azotanów w różnych pokosach oraz w zależności od zastosowanego pogłównego nawożenia azotem (tab. 4, 5).

Zawartość azotu azotanowego w roślinach uzależniona była od formy nawożenia azotowego. W stosunku do roślin żywionych saletrą wapniową rośliny w obiektach kontrolnych serii pozostałych form nawożenia azotowego, w szczególności siarczanu amonu i mocznika, zawierały znacznie mniejsze ilości azotanów (tab. 4, 5, 6).

Różne inhibitory różnie wpływały na zawartość N-NO<sub>3</sub> w rajgrasie. Najskuteczniejszym inhibitorem okazał się, zgodnie z danymi literatury [3, 5, 12], N-Serve. Preparat ten zastosowany w dawkach 1 i 2‰ ha-

Tabela 6

Zawartość N-NO<sub>3</sub> w rajgrasie, % w psm - doświadczenie 3  
N-NO<sub>3</sub> content in ryegrass, % in air-dry matter 3rd experiment

Forma N N form	Inhibitor - Inhibitor		Pokosy - Cuts		
	rodzaj - kind	dawka % dose %	I	II	III
Ca/NO <sub>3</sub> /2	bez inhibitora no inhibitor	-	0,84	0,84	0,83
	N-Serve	1	0,83	0,73	0,71
		2	0,83	0,78	0,69
	dwucyjanodwuamid dicyanodiamide	5	0,78	0,82	0,73
		10	0,76	0,84	0,73
	tiomocznik thiourea	5	0,89	0,87	0,82
10		0,86	0,92	0,86	
CO/NH <sub>2</sub> /2	bez inhibitora no inhibitor	-	0,80	0,56	0,37
	N-Serve	1	0,28	0,20	0,20
		2	0,18	0,10	0,28
	dwucyjanodwuamid dicyanodiamide	5	0,72	0,57	0,33
		10	0,66	0,56	0,30
	tiomocznik thiourea	5	0,87	0,64	0,34
10		0,83	0,68	0,30	

Tabela 7

Zawartość N-NO<sub>3</sub> w rajgrasie, % w psm - doświadczenie 4  
N-NO<sub>3</sub> content in ryegrass, % in air-dry matter 4th experiment

Forma N N form	Inhibitor - Inhibitor		Pokosy - Cuts		
	rodzaj - kind	dawka % dose %	I	II	III
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	bez inhibitora no inhibitor	-	0,64	0,88	0,94
	N-Serve	1	0,40	0,52	0,74
		2	0,33	0,43	0,64
	dwucyjanodwuamid dicyanodiamide	5	0,62	0,72	1,00
		10	0,54	0,71	0,98
	tiomocznik thiourea	5	0,64	0,84	0,95
10		0,62	0,73	0,92	
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	bez inhibitora no inhibitor	-	0,59	0,77	1,03
	N-Serve	1	0,52	0,59	1,01
		2	0,40	0,52	0,71
	dwucyjanodwuamid dicyanodiamide	5	0,57	0,72	1,01
		10	0,54	0,66	0,95
	tiomocznik thiourea	5	0,64	0,76	1,02
10		0,63	0,70	1,04	

mował wyraźnie gromadzenie azotanów w roślinach (tab. 6, 7). Wysoka dawka N-Serve (16,6%) spowodowała, jak już wspomniano, znaczną obniżkę plonu rajgrasu, co przy tej samej ilości azotanów pobranych przez rajgras zwiększyło znacznie ich zawartość procentową w roślinach (tab. 4).



Słabszy w działaniu okazał się dwucyjanodwuamid. Preparat ten tylko na glebie brunatnej (doświadczenia 1 i 2) hamował wyraźnie gromadzenie się azotanów w roślinach żywionych siarczanem amonu i moczynikiem (tab. 4, 5). Na czarnej ziemi (doświadczenia 3 i 4) okazał się on mało skuteczny (tab. 6, 7).

Pozostałe preparaty (tiomocznik, azydek sodu) nie wpłynęły na zawartość azotu azotanowego w roślinach (tab. 5, 6, 7).

Ogólnie biorąc skuteczność inhibitorów w przeciwdziałaniu gromadzenia się azotanów przez rajgras była znacznie mniejsza w doświadczeniach przeprowadzonych na czarnej ziemi (doświadczenia 3 i 4) niż na glebie brunatnej (doświadczenia 1 i 2). Można przypuszczać, że w czarnej ziemi zachodziła z jednej strony sorpcja preparatów przez substancję organiczną gleby, na co wskazują także inni autorzy [4, 11], z drugiej zaś następować mogło znaczne uruchomienie azotu glebowego.

Poprzednie nasze badania przeprowadzone na tej glebie wykazały, że podczas inkubacji tworzyły się na niej bardzo duże ilości azotanów, a efektywność inhibitorów nitryfikacji była niewielka [1].

#### WNIOSKI

W wyniku przeprowadzonych doświadczeń wazonowych nad wpływem formy nawożenia azotowego oraz inhibitorów nitryfikacji na plonowanie i zawartość azotu w rajgrasie można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Wpływ inhibitorów na poziom azotanów w roślinach uzależniony był od typu gleby. Na glebie brunatnej był on znacznie wyraźniejszy niż na czarnej ziemi.

2. N-Serve okazał się w małych dawkach (1 i 2<sup>0</sup>/o) najskuteczniejszym inhibitorem. Wyraźnie obniżał w roślinach zawartość N-NO<sub>3</sub>, zwiększał także plon rajgrasu. Natomiast w dawce wysokiej (16,6<sup>0</sup>/o), pomyślanej jako dawka na cały okres wegetacji rośliny sprzątanej kilkakrotnie na zielono, powodował znaczną obniżkę plonu, co przy tej samej ilości azotanów pobranych przez rajgras zwiększyło znacznie ich procentową zawartość w roślinach.

3. Dwucyjanodwuamid mniej skutecznie hamował gromadzenie się azotanów w roślinach. Zastosowany w wysokiej dawce (12,5+12,5<sup>0</sup>/o) powodował wzrost plonu rajgrasu i pobrania azotu, przypuszczalnie wskutek częściowego wykorzystania azotu z samego preparatu.

4. Tiomocznik (dawki 5 i 10<sup>0</sup>/o) oraz azydek sodu (dawka 2,5<sup>0</sup>/o) nie wpłynęły na poziom azotanów w roślinach i plonowanie rajgrasu. Azydek sodu w dawce 12,5<sup>0</sup>/o działał toksycznie na rośliny.

5. Żaden z zastosowanych inhibitorów nie różnicował w plonach rajgrasu udziału azotu białkowego w ogólnej zawartości azotu.

6. Przy żywieniu roślin wyłącznie azotem azotanowym żaden z inhibitorów nie modyfikował pobierania azotu z saletry wapniowej.

\*

*W powyższych badaniach brały udział w ramach prac magisterskich Zofia Surowiec, Helena Małkiewicz i Krystyna Mróz.*

#### LITERATURA

- [1] Boratyński K., Ziętecka M., Małkiewicz H., Szpikowska H.: Wpływ inhibitorów nityfikacji na przemianę azotu w glebie i formy azotu w roślinie. Cz. I. Azydek sodu jako inhibitor nityfikacji azotu amonowego w glebie. Roczn. glebozn. 29, 1978, 3, 125-131.
- [2] Gasser J. K. R.: Effect of 2-chloro-6-(trichloromethyl)-pyridine on the nitrification of ammonium sulphate and its recovery by rye-grass. J. Agric. Sci. 64, 1965, 299-303
- [3] Gasser J. K. R.: Nitrification inhibitors-their occurrence, production and effects of their use on crop yields and composition. Soil. a. Fert. 33/6, 1970, 547-554.
- [4] Goring C. A. J.: Control of nitrification of ammonium fertilizers and urea by 2-chloro-6(trichloromethyl) pyridine. Soil Sci. 93/6, 1962, 431-439.
- [5] Jurkowska H.: Badania nad zawartością kwasu szczawiowego i azotanów w roślinach. Cz. III Porównanie wpływu kilku inhibitorów nityfikacji na zawartość kwasu szczawiowego i azotanów w roślinach. Acta agr. silv. Ser. agr. 14/2, 1974, 25-33.
- [6] Jurkowska H., Wojciechowicz T.: Badania nad zawartością kwasu szczawiowego i azotanów w roślinach. Cz. II. Wpływ dwucyjanodwuamidu jako inhibitora nityfikacji na zawartość kwasu szczawiowego i azotanów w roślinach w zależności od dawek azotu. Acta agr. silv. Ser. agr. 14/2, 1974, 15-24.
- [7] Jurkowska H., Wojciechowicz T., Rogóż A.: Wpływ kilku inhibitorów nityfikacji na plonowanie roślin oraz na pobieranie niektórych składników pokarmowych. Acta agr. silv. Ser. agr. 16/1 1976, 21-35.
- [8] Kelley W. D., Rodriguez-Kabana R.: Effect of potassium azide on soil microbial populations and soil enzymatic activities. Canad. J. of Microbiol. 21, 1975, 565-570.
- [9] Koter Z.: Preparaty hamujące proces nityfikacji w glebie i ich wpływ na rośliny uprawne. Post. Nauk rol. 1, 1969, 15-41.
- [10] Koter Z.: Wpływ różnych form azotu i inhibitora nityfikacji na plony zielonej masy żyta i akumulację azotanów. Pam. puł. 47, 1971, 79-95.
- [11] Lewis D. C., Stefenson R. C.: Effect of "N-Serve" on nitrogen transformations and wheat yields in some Australian Soils. Soil Sci. 119/4, 1975, 273-279.
- [12] Makarow H. B.: Ispolzowanie miedlienno djestwujuszczich udobrienii i inhibitorow nityfikacji. Agrochimija 10, 1975, 144-155.
- [13] Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. II. Badanie materiału roślinnego. IUNG, Puławy 1972.
- [14] Nowakowski T. Z., Gasser J. K. R.: The effect of a nitrification inhibitor on the concentration of nitrate in plants. J. Agric. Sci. 68, 1967, 131-133.
- [15] Nowakowski T. Z.: The effect of nitrification inhibitor on the concentration of nitrate in grass during growth. Plant a. Soil. 28, 1968, 165-168.
- [16] Żurawska-Tomeczyk A.: Hamowanie procesów nityfikacji w glebie. CBR, Warszawa 1969.

K. БОРАТЫНЬСКИ, М. ЗЕНТЕЦКА

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

ЧАСТЬ 2-Я. УРОЖАЙ И СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА В РАЙГРАСЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И ИНГИБИТОРОВ

Институт агрохимии, почвоведения и микробиологии, Сельскохозяйственная академия во Вроцлаве

## Резюме

Проведены 4 вегетационных опыта влияния формы азотного удобрения и ингибиторов нитрификации на урожай и содержание азота: общего, белкового и нитратного в итальянском райграсе (многокусном).

В опытах употреблялась (табл. 1) бурая почва и черная почва с высокой биологической активностью. Азотное удобрение вносилось в форме:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . В качестве ингибиторов нитрификации были использованы: препарат N-Serve (2-хлоро-6/трихлорометило/-пиридин), дициандиамида, тиомочевина и азид натрия в разных дозах (табл. 2).

Проведенные исследования показали, что:

1. Влияние ингибиторов на уровень нитратов в растениях оказывало зависимость от типа почвы. На бурой почве оно проявилось более отчетливо, чем на черной почве.

2. N-Serve оказался при малых дозах (1 и 2%) ингибитром наиболее эффективным. Он отчетливо понижал содержание N- $\text{NO}_3$  в растениях, повысил тоже урожай райграса. Однако, внесенный в высокой дозе (16,6%), предусмотренной как доза для всего периода вегетации многоукосного растения, понизил урожай, что при усвоении райграсом тех самых общих количеств нитратов заметно повысило их процентное содержание в растениях.

3. Дициандиамида менее эффективно тормозил накопление нитратов в растении. Внесенный в высокой дозе (12,5%+12,5%) приводил к повышению урожая и усвоения азота, по-вероятности вследствие частичного использования азота из самого препарата.

4. Тиомочевина (дозы 5 и 10%) и азид натрия (доза 2,5%) не влияли ни на уровень нитратов в растениях, ни на урожай райграса. Азид натрия в дозе 12,5% оказывал токсическое действие на растения.

5. Ни один из примененных ингибиторов не дифференцировал в урожае райграса участия белкового азота в общем азоте.

6. При питании растений исключительно нитратной формой азота ни один из ингибиторов не модифицировал усвоения азота из кальциевой селитры.

K. BORATYŃSKI, M. ZIĘTECKA

EFFECT OF NITRIFICATION INHIBITORS ON NITROGEN TRANSFORMATION  
IN SOIL AND NITROGEN FORMS IN PLANTPART II. YIELD AND CONTENT OF NITROGEN IN RYEGRASS DEPENDING ON NITROGEN  
FERTILIZATION FORM AND VARIOUS INHIBITORSDepartment of Agricultural Chemistry, Soil Science and Microbiology,  
Agricultural University of Wrocław

## Summary

Four pot experiments on the effect of nitrogen fertilization forms and nitrification inhibitors on yields and content of total, protein and nitrate nitrogen in Italian ryegrass were carried out.

For the experiments brown soil and black earth with high biological activity were used (Table 1). The nitrogen fertilization was applied as  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . As nitrification inhibitors N-Serve (2-chloro-6/3-chloromethylo/pyridine), dicyanodiamide, thiourea and sodium azide in different doses were used (Table 2).

The investigations have proved that:

(1) Effect of inhibitors on the level of nitrates in plants depended on the soil type. This effect was much more distinct on brown soil than on black earth.

(2) N-Serve appeared to be the most effective when applied in low doses (1 and 2%). It caused a distinct decrease of the N- $\text{NO}_3$  content in plants. Simultaneously it increased the ryegrass yield. Its high dose (16.6%) applied for the whole period of growth of the crop harvested several times as green matter, led to a considerable decrease of the yield. Therefore at the same amount of inhibitors taken up by ryegrass considerably increased their percentual content in plants.

(3) Dicyanodiamide inhibited less effectively accumulation of nitrates in plants. When applied in a high dose (12.5+12.5%) it caused a growth of the yield of ryegrass and the nitrogen uptake by this grass species, probably in consequence of partial nitrogen utilization from the same preparation.

(4) Thiourea (doses of 5 and 10%) and sodium azide (dose of 2.5%) did not affect the nitrate level in plants and the ryegrass yield. Sodium azide, when applied in the dose of 12.5%, exerted a toxic effect on plants.

(5) None of the inhibitors applied differentiated in ryegrass yield the percentage of protein nitrogen in relation to the total nitrogen content.

(6) At nutrition of plants with nitrate nitrogen only, no inhibitor could modify the nitrogen uptake from calcium nitrate.

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