

## WPŁYW RÓŻNYCH FORM AZOTU NA WYSOKOŚĆ PLONU I SKŁAD CHEMICZNY KUPKÓWKI POSPOLITEJ

E. Stuczyński, J. Stuczyńska

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa  
Pracownia Roślin Pastewnych — Gorzów Wlkp.

Szybko wzrastające zaopatrzenie rolnictwa w nawozy mineralne, zwłaszcza azotowe, stwarza możliwości rozszerzenia wieloletnich traw na gruntach ornych. Szczególnie korzystna jest uprawa kupkówki na paszę. Kupkówka posiada stosunkowo wysoki współczynnik rozmnażania, wysiewa się ją łatwo zwykłym siewnikiem rzędownym, jest rośliną wieloletnią, zimotrwałą, obficie ulistnioną i dość wytrzymałą na okresowe niedobory wilgoci w czasie wegetacji. Rozpoczyna wegetację wczesną wiosną, a kończy ją późną jesienią. Jej rytm wzrostu i rozwoju części nadziemnych zależy w dużej mierze od warunków klimatycznych.

Przeprowadzone dotychczas badania wykazały, że zarówno poziom nawożenia azotowego jak i jego podział na dawki stosowane w okresie wegetacji decydują o wysokości i jakości plonów kupkówki [10]. Stwierdzono także korzystny wpływ azotu na plonowanie kupkówki przy odpowiednim zaopatrzeniu w wodę [8, 11]. Na podstawie literatury można sądzić, że na plonowanie kupkówki wywiera wpływ nie tylko sposób stosowania oraz wysokość dawki azotu, lecz również jego forma. W dostępnej literaturze znaleziono niewiele prac omawiających szczegółowo skład chemiczny kupkówki nawożonej wysokimi dawkami różnych form nawozów azotowych. Próba wyjaśnienia sposobu pobierania przez rośliny azotu amonowego lub azotanowego są badania przeprowadzone w kulturach wodnych [1, 2, 9] przy użyciu znakowanych jonów  $^{15}\text{NH}_4^+$  i  $^{15}\text{NO}_3^-$ . Wyniki tych badań wykazały, że pobranie azotu w formie amonowej lub azotanowej zależy od gatunku, właściwości genetycznych i wieku roślin. Ponadto o pobraniu azotu w formie anionu względnie kationu decyduje w pewnej mierze środowisko, jego pH, zasobność w pozostałe składniki oraz temperatura. Nie bez znaczenia jest też odpowiednia zawartość w roślinach węglowodanów, które umożliwiają syntezę białek z pobranego azotu.

W czteroletnich doświadczeniach polowych nad wpływem różnych nawozów azotowych na plonowanie i skład chemiczny kupkówki stwier-

dzono, że przeciętne roczne plony zielonej i suchej masy oraz białka surowego i właściwego kupkówki, przy zastosowaniu pogłównie nawożenia 360 kg N/ha w trzech równych dawkach były stosunkowo wysokie (tab. 1 i 2). Przy nawożeniu mocznikiem plony były niższe niż przy zastosowaniu nawozów saletrzanych i siarczanu amonu.

Wpływ nawozów saletrzanych i siarczanu amonu na plonowanie kupkówki zależał od okresu wegetacji. Plony pierwszego pokosu były wyższe przy nawożeniu saletrą wapniową niż saletrą amonową i siarczanem amonu. Natomiast plony następnych dwóch pokosów przy użyciu tych nawozów były zbliżone.

Otrzymane przy zastosowaniu saletry wapniowej plony pierwszego pokosu świadczą między innymi o tym, że rośliny w okresie wiosennym wykorzystywały do produkcji masy w większym stopniu jony  $\text{NO}_3^-$ , natomiast wyrównane plony drugiego i trzeciego pokosu przy stosowaniu wszystkich badanych nawozów (prócz mocznika) wskazują, że kupkówka pobrała podobne ilości jonów  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NO}_3^-$  lub, że procesy nitryfikacji  $\text{NH}_4^+$  w glebie przebiegały bardziej intensywnie.

W zależności od rodzaju nawozu azotowego kształtowała się także zawartość różnych form N w suchej masie kupkówki (tab. 3). Przeważnie najmniej azotu ogólnego i białkowego zawierała kupkówka nawożona mocznikiem, a najwięcej saletrą wapniową. Spośród niebiałkowych form N (tab. 3) zawartość N  $\alpha$ -aminowego sumy aminokwasów wolnych oraz N amidowego + amonowego + mocznikowego w kupkówce ulegała pod wpływem różnych nawozów azotowych niewielkim zmianom. Nawożenie mocznikiem powodowało pewne zmniejszenie zawartości tych składników w porównaniu z innymi nawozami. Natomiast dość znaczne różnice wystąpiły w zawartości N azotanowego — największą zawartość stwierdzono w kupkówce nawożonej saletrą wapniową, nieco mniejszą — saletrą amonową, a najmniejszą — mocznikiem oraz siarczanem amonu. Takie uszeregowanie zawartości N azotanowego jest zrozumiałe, jeśli się przyjmie, że najbardziej dostępne dla kupkówki były jony  $\text{NO}_3^-$  z saletry wapniowej, przy nawożeniu siarczanem amonu lub mocznikiem azot azotanowy w roślinach pochodził z procesów nitryfikacji w glebie.

W poszczególnych latach doświadczenia obserwowano wpływ warunków meteorologicznych na zmiany sezonowe wysokości przeciętnych plonów i na zawartość różnych form azotu w kupkówce. Należy jednak zaznaczyć, że w żadnym pokosie stężenie N azotanowego w suchej masie kupkówki nie było większe od 0,2%, które w literaturze przyjmuje się jako szkodliwe dla zdrowia przeżuwaczy [6].

Rodzaj nawozu azotowego powodował niewielkie zmiany w zawartości składników mineralnych w kupkówce (tab. 4). Przy nawożeniu kupkówki saletrą wapniową stwierdzono nieco mniejszą zawartość fosforu, natomiast większą zawartość wapnia, sodu, a głównie w pierwszym po-

Tabela 1

Wpływ różnych nawozów azotowych na plony kupkówki, w q/ha  
(średnie z lat 1965-1966, 1966-1967, 1967-1968)

Nawóz	Zielona masa						Sucha masa		
	pokos			pokos			pokos		
	I	II	III	razem	I	II	III	razem	
Saletra amonowa	270	153	174	597	53,0	40,0	41,7	134,7	
Saletrzak	274	153	176	603	54,8	40,5	39,7	135,0	
Saletra wapniowa	283	156	174	613	55,4	39,2	39,1	133,7	
Siarczan amonu	266	157	172	595	52,5	40,5	41,7	134,7	
Mocznik	250	136	150	536	49,4	36,2	37,5	123,1	
Przedział ufności*	12	6	13	11	2,3	3,0	3,3	5,4	
(P=0,05)	13	7	14	12	2,5	3,3	3,7	6,0	

\* Najmniejsze i największe wartości przedziału ufności.

Tabela 2

Wpływ różnych nawozów azotowych na plony białka kupkówki, w q/ha  
(średnie z lat 1965-1966, 1966-1967, 1967-1968)

Nawóz	Białko surowe			Białko właściwe				
	pokos			pokos				
	I	II	III	razem	I	II	III	razem
Saletra amonowa	6,75	5,11	6,01	17,87	3,89	3,66	3,74	11,29
Saletrzak	7,09	5,14	5,67	17,90	4,18	3,4	3,58	11,30
Saletra wapniowa	7,88	5,27	5,91	19,06	4,41	3,46	3,60	11,47
Siarczan amonu	6,71	5,40	5,87	17,98	3,88	3,70	3,71	11,29
Mocznik	5,82	4,15	4,77	14,74	3,41	2,87	3,11	9,39
Przedział ufności*	0,19	0,54	0,57	1,28	0,42	0,34	0,36	0,83
(P=0,05)	0,21	0,59	0,62	1,41	0,46	0,37	0,40	0,92

\* Najmniejsze i największe wartości przedziału ufności.

Tabela 3

Wpływ różnych nawozów azotowych na procentową zawartość niektórych form N w s.m. kupkówki  
(średnie z lat 1965-1966, 1966-1967, 1967-1968)

Nawóz	Rok użytkowa- nia	N ogólny			N białkowy			N α-aminowy sumy aminokwasów wolnych			N amidowy+amonowy +mocznikowy			N azotanowy		
		pokos			pokos			pokos			pokos			pokos		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Saletra amonowa	I	2,085	1,884	2,220	1,234	1,337	1,356	0,246	0,162	0,203	0,108	0,076	0,113	0,052	0,028	0,058
	II	2,010	2,228	2,500	1,130	1,612	1,598	0,231	0,145	0,176	0,097	0,048	0,102	0,022	0,030	0,056
Saletrzak	I	2,223	1,991	2,190	1,293	1,358	1,339	0,267	0,185	0,221	0,125	0,101	0,120	0,084	0,051	0,057
	II	1,966	2,118	2,461	1,178	1,484	1,601	0,200	0,132	0,187	0,080	0,056	0,119	0,017	0,039	0,062
Saletra wapniowa	I	2,347	2,092	2,360	1,363	1,290	1,405	0,287	0,199	0,216	0,129	0,110	0,123	0,104	0,058	0,091
	II	2,225	2,225	2,550	1,212	1,577	1,617	0,220	0,147	0,188	0,103	0,066	0,126	0,038	0,041	0,083
Siarczan amonu	I	2,153	2,066	2,128	1,220	1,353	1,305	0,298	0,196	0,216	0,129	0,104	0,113	0,030	0,030	0,016
	II	1,958	2,240	2,474	1,160	1,603	1,631	0,210	0,140	0,180	0,085	0,057	0,104	0,007	0,019	0,017
Mocznik	I	2,024	1,842	1,908	1,150	1,160	1,217	0,219	0,164	0,167	0,093	0,066	0,075	0,025	0,021	0,015
	II	1,739	1,855	2,184	1,064	1,408	1,472	0,171	0,128	0,152	0,074	0,043	0,084	0,008	0,018	0,023

Tabela 4

Wpływ różnych nawozów azotowych na procentową zawartość niektórych składników mineralnych w kupkowie  
(średnie z lat 1965-1966, 1966-1967, 1967-1968)

Nawóz	Rok użytko- wania	P			K			Ca			Mg			Na		
		pokos			pokos			pokos			pokos			pokos		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Saeletra amonowa	I	0,325	0,308	0,365	3,026	2,503	2,323	0,332	0,462	0,508	0,166	0,250	0,299	0,106	0,118	0,177
	II	0,278	0,290	0,332	1,804	1,542	1,523	0,357	0,587	0,643	0,173	0,286	0,291	0,154	0,253	0,251
Saeletrzak	I	0,335	0,312	0,343	3,221	2,592	2,383	0,356	0,486	0,521	0,171	0,259	0,280	0,103	0,136	0,168
	II	0,271	0,263	0,317	1,837	1,576	1,595	0,358	0,633	0,692	0,178	0,283	0,300	0,192	0,243	0,227
Saeletra wapniowa	I	0,327	0,290	0,314	3,145	2,536	2,314	0,359	0,522	0,606	0,189	0,263	0,291	0,111	0,165	0,215
	II	0,266	0,231	0,272	1,746	1,474	1,534	0,492	0,736	0,798	0,193	0,264	0,307	0,204	0,299	0,252
Siarczan amonu	I	0,342	0,337	0,374	3,112	2,319	2,339	0,302	0,415	0,403	0,150	0,235	0,242	0,069	0,125	0,157
	II	0,298	0,308	0,354	1,891	1,587	1,574	0,291	0,513	0,489	0,172	0,278	0,274	0,128	0,253	0,232
Mocznik	I	0,331	0,300	0,326	3,062	2,550	2,364	0,302	0,490	0,522	0,153	0,240	0,296	0,089	0,107	0,139
	II	0,280	0,276	0,331	2,144	1,712	1,751	0,347	0,576	0,666	0,166	0,268	0,300	0,118	0,224	0,199

kosie — większą zawartość magnezu, niż przy nawożeniu siarczanem amonu. Pośrednie zawartości tych składników stwierdzono w kupkowie nawożonej saletrą amonową, saletrakiem i mocznikiem. Zmiany w składzie chemicznym kupkówki w zależności od formy azotanowej lub amonowej użytych nawozów uwydatniały się najsilniej, zwłaszcza w drugim roku użytkowania, w zawartości sodu, zaś przy towarzyszących formie azotanowej kationach  $\text{Ca}^{++}$  — w zawartości wapnia.

Na zawartość w roślinach potasu forma azotu w pierwszym roku użytkowania nie miała większego wpływu, podczas gdy w drugim roku użytkowania najwięcej tego składnika zawierały rośliny nawożone mocznikiem, zaś najmniej nawożone saletrą wapniową. Z literatury oraz wyników własnych badań nad kształtowaniem się składu chemicznego kupkówki w zależności od rodzaju nawożenia azotowego wynika, że forma N ma nieduży wpływ na zawartość fosforu, potasu, wapnia i magnezu [3, 4, 5], niemniej można wnioskować, że zmniejsza się zawartość fosforu oraz zwiększa zawartość wapnia i magnezu w trawach nawożonych solami azotanowymi, w porównaniu z solami amonowymi.

Często wielkość zmian sezonowych zawartości badanych składników mineralnych zależy bardziej od pokosu i roku użytkowania kupkówki niż od stosowanego nawozu azotowego (tab. 4). Dotyczy to szczególnie zawartości potasu i sodu, zaś w mniejszym stopniu wapnia, magnezu i fosforu.

Różnice w zawartości potasu i sodu w zależności od roku użytkowania były zapewne związane ze znacznym pobraniem przez kupkówkę jonów potasu już w pierwszym roku użytkowania. Ubytki jonów potasu z gleby mogły być przyczyną zmniejszenia ich pobrania przez kupkówkę w drugim roku użytkowania, a równocześnie intensywniejszego pobrania antagonistycznych jonów sodu i częściowo wapnia (tab. 5).

Więszemu pobraniu wapnia, zwłaszcza w drugim roku użytkowania kupkówki, towarzyszyło zmniejszenie pobrania fosforu. Prawdopodobnie zależność ta była związana ze znacznym wykorzystaniem anionów  $\text{NO}_3^-$ , szczególnie przy nawożeniu saletrą wapniową oraz nagromadzeniem w środowisku najbliższym korzeni wolnych kationów  $\text{Ca}^{++}$ , które z anionami fosforanowymi wytworzyły mało dostępne dla roślin związki. Natomiast przy nawożeniu kupkówki formą amonową lub mocznikiem tylko część azotu uległa nitryfikacji, podczas gdy jony  $\text{NH}_4^+$  działały antagonistycznie na pobranie innych kationów (głównie sodu, wapnia i magnezu), a prócz tego sprzyjały pobraniu fosforu w postaci jonów  $\text{H}_2\text{PO}_4$ .

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono również, że najwięcej N wykorzystwała kupkówka z saletry wapniowej, a najmniej — z mocznika. Znacznie słabsze wykorzystanie N z mocznika wiązało się niewątpliwie ze stratami  $\text{NH}_3$  przy pogłównym stosowaniu tego nawozu.

Według danych z literatury poszczególne formy azotu w określonych

Tabela 5

Roczne pobranie składników mineralnych przez kupkówkę w zależności od formy nawozu azotowego  
(średnie z lat 1965-1966, 1966-1967, 1967-1968)

Nawóz	Rok użytkowania	N	P	K	Ca	Mg	Na	Wykorzystanie N z nawozu, %
Saletra amonowa	I	279	45	356	59	32	18	66,1
	II	293	40	222	67	32	27	73,3
Saletrzak	I	287	44	371	61	32	18	68,3
	II	285	38	230	70	32	29	71,1
Saletra wapniowa	I	312	43	371	67	34	22	75,3
	II	297	34	211	83	31	31	74,4
Siarczan amonu	I	285	48	353	50	28	15	67,8
	II	290	42	231	55	31	26	72,5
Mocznik	I	238	40	330	53	28	13	54,7
	II	233	36	236	62	28	21	56,7

warunkach powodują zmiany zawartości węglowodanów w roślinach, przy czym jony  $\text{NH}_4^+$  wpływają przeważnie w większym stopniu na zmniejszenie zawartości węglowodanów niż jony  $\text{NO}_3^-$  [7]. Jednakże wyniki własnych badań nie potwierdziły wpływu formy nawozu azotowego na zawartość węglowodanów i włókna surowego (tab. 6). Pewne

Tabela 6

Wpływ różnych nawozów azotowych na procentową zawartość sumy węglowodanów i włókna surowego w kupkóвке  
(średnie z lat 1965-1966, 1966-1967, 1967-1968)

Nawóz	Rok użytkowania	Suma węglowodanów			Włókno surowe		
		pokos			pokos		
		I	II	III	I	II	III
Saletra amonowa	I	20,5	20,1	19,3	27,8	28,8	27,4
	II	24,1	22,5	20,3	30,1	27,8	28,3
Saletrzak	I	20,0	20,1	18,7	26,8	28,8	27,5
	II	24,3	23,4	20,1	30,0	28,7	28,0
Saletra wapniowa	I	20,1	20,0	18,3	26,5	29,1	27,6
	II	24,0	23,4	19,5	28,2	28,5	28,5
Siarczan amonu	I	21,1	19,2	19,3	27,2	28,4	26,6
	II	24,5	23,3	20,0	31,2	29,4	27,6
Mocznik	I	20,4	20,4	19,3	28,0	28,7	26,9
	II	25,0	23,9	21,1	29,6	28,2	28,2



wahania zawartości obu tych składników były związane raczej z okresem wegetacji i rokiem użytkowania kupkówki. Nie stwierdzono również wyraźniejszych różnic w zawartości tłuszczu i popiołu w kupkówce w zależności od rodzaju zastosowanego nawozu azotowego.

### WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań nad wpływem różnych nawozów azotowych, stosowanych pogłównie w ilościach równoważnych — 360 kg N/ha, na plonowanie i skład chemiczny kupkówki można stwierdzić, że nawożenie jej tymi nawozami wpływało na uzyskanie stosunkowo wysokich plonów zielonej i suchej masy oraz białka surowego i właściwego. Najmniej przydatny do pogłównego nawożenia kupkówki okazał się mocznik. Wpływ saletry amonowej, saletrzaku, saletry wapniowej i siarczanu amonu na poziom plonów sumarycznych był zbliżony.

Najwyższą procentową zawartość N ogólnego i N białkowego stwierdzono przy nawożeniu kupkówki saletrą wapniową, a najwyższą — mocznikiem. Natomiast w zawartości N  $\alpha$ -aminowego sumy aminokwasów wolnych i N amidowego + amonowego + mocznikowego różnice były niewielkie. Najniższą akumulację N azotanowego wykazywała kupkówka nawożona mocznikiem i siarczanem amonu, zaś najwyższą — saletrą wapniową.

Rodzaj nawozu azotowego powodował tylko niewielkie zmiany w składzie chemicznym kupkówki. Niemniej zaznaczyło się pewne zmniejszenie zawartości fosforu i zwiększenie zawartości wapnia, sodu i magnezu pod wpływem saletry wapniowej, w porównaniu z siarczanem amonu.

Wpływ rodzaju nawozów azotowych na pobranie składników mineralnych był nieduży. Kształtowało się ono głównie w zależności od roku użytkowania kupkówki.

Nie stwierdzono także wyraźniejszego działania porównywanych nawozów azotowych na zawartość sumy węglowodanów, włókna surowego, tłuszczu i popiołu.

### LITERATURA

1. Haunold E.: Die Aufnahme von  $^{15}\text{NH}_4^+$  und  $^{15}\text{NO}_3^-$  aus Ein- und Mehrsalzlösungen durch die Pflanzenwurzel. *Bodenkultur* 20: 1969 z. 4 s. 370-380.
2. Hewitt E. J.: The source of nitrogen in nutrient solutions sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Ed. 2 Anglia 1966 s. 205-217.
3. Markland F. E., Roberts E. C.: Influence of nitrogen fertilizers on Washington creeping bentgrass, *Agrostis palustris* Huds. 1. Growth and mineral composition. *Agron. J.* 61: 1969 nr 5 s. 698-700.

4. McLeod L. B., Carson R. B.: Effect of source and rate of N and rate of K on the yield and chemical composition of alfalfa and orchardgrass. *Can. J. Plant Sc.* 45: 1965 s. 557-569.
5. Michna G., Klęczek C.: Badania wpływu różnych form nawozów azotowych i fosforowych na plonowanie i jakość rui trwałych użytków zielonych. *Biul. inf. Inst. Zoot.* 1969 nr 5 s. 70-96.
6. Nienstedt E. F.: Zur Nitratfrage bei Futterpflanzen. *Wirtschaftseig. Futter* 12: 1966 z. 4 s. 337-345.
7. Nowakowski T. Z., Cunningham R. K., Nielsen K. F.: Nitrogen fractions and soluble carbohydrates in Italian ryegrass. 1. Effects of soil temperature, form and level of nitrogen. *J. Sc. Food Agric.* 16: 1965 s. 124-133.
8. Plonowanie i skład chemiczny kupkówki w zależności od nawożenia azotem i zaopatrzenia w wodę. *Oprac. E. Stuczyński i in. Pam. puł.* (w druku).
9. Street H. E., Sheat D. E.: The absorption and availability of nitrate and ammonia. W: *Handbuch der Pflanzenphysiologie.* T. 8 Berlin 1958 s. 150-165.
10. Stuczyński E.: Wpływ nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu kupkówki (*Dactylis glomerata* L.) uprawianej na paszę. *Pam. puł.* 1969 z. 36 s. 69-116.
11. Stuczyński E., Stuczyńska J., Skałacki S.: Reakcja kupkówki na różne poziomy nawożenia azotem i wilgotności gleby. *Pam. puł.* 1970 z. 39 s. 103-128.

[ Э. Стучиньски ], Я. Стучиньска

### ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ АЗОТА НА ВЕЛИЧИНУ УРОЖАЕВ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЕЖИ СБОРНОЙ

#### Резюме

На основании проведенных в период 1965-1968 гг. полевых опытов установлено, что азотное удобрение дозой 360 кг N/га вносимое в равных количествах в 3 срока (3×120 кг) обеспечивает урожай сена 120-130 ц/га.

Годовые урожаи сена получаемые при удобрении аммиачной, известково-аммиачной и известковой селитрой, а также сульфатом аммония были сходными. Несколько низшие урожаи были получены при удобрении мочевиной.

Самое высокое процентное содержание общего и протеинного азота установлено при удобрении ежи сборной известковой селитрой, а самое низкое — при ее удобрении мочевиной. Самое низкое накопление нитратного азота показывала ежа сборная при удобрении мочевиной и сульфатом аммония, а самое высокое — при удобрении известковой селитрой.

[ E. Stuczyński ], J. Stuczyńska

### EINFLUSS VERSCHIEDENER STICKSTOFFFORMEN AUF DIE ERTRAGSHÖHE UND CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG DES KNAULGRASES

#### Zusammenfassung

Die in den Jahren 1965-1968 durchgeführten Feldversuche zeigten, dass die Düngung in der Gabe von 360 kg N/ha eingebracht in gleichen Mengen in 3 Terminen (3×120 kg) die Knaulgras-Heuerträge von 120-130 dt/ha sichert.

Jährliche Heuerträge bei der Düngung mit Ammonsalpeter, Kalkammonsalpeter und Kalksalpeter sowie mit schwefelsaurem Ammoniak waren ähnlich. Etwas niedrigere Heuerträge brachte die Harnstoffdüngung.

Der höchste prozentische Gehalt des Gesamt - und Proteinstickstoffs wurde bei der Düngung des Knaulgrases mit Kalksalpeter, der niedrigste — bei der Harnstoffdüngung, festgestellt. Die kleinste Akkumulation des Nitratstickstoffs im Knaulgras war bei der Düngung mit Harnstoff und Ammoniumsulfat, die höchste — bei der Düngung mit Kalksalpeter.