

ROMAN MORACZEWSKI

## MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA MOCZNIKA NA ŁĄKACH TRWAŁYCH

Katedra Uprawy Łąk i Pastwisk SGGW, w Warszawie

## WSTĘP

Mocznik jako nawóz azotowy był znany rolnictwu od dość dawna, chociaż jego rozpowszechnienie było niewielkie, a na trwałych użytkach zielonych prawie żadne. Działo się to dlatego, że jeszcze do niedawna produkcja jego w skali światowej stanowiła niewielki odsetek wszystkich nawozów azotowych. W Polsce jeszcze do roku 1965 produkcja mocznika stanowiła niepełne 11% ogólnej produkcji nawozów azotowych. Poza tym stosunkowo niewiele doświadczeń prowadzonych w okresie międzywojennym i zaraz po drugiej wojnie światowej [1] dotyczyło działania mocznika pod rośliny uprawne na gruntach ornych, gdzie był on używany jako nawóz przedsiewny. Na użytkach zielonych były wprawdzie prowadzone nieliczne doświadczenia z małymi dawkami mocznika (do 40 kg N na hektar), lecz nie dały one jednoznacznych wyników. Tym też chyba należy tłumaczyć wiele kontrowersyjnych doniesień na temat przydatności mocznika jako nawozu azotowego przy jego pogłównym stosowaniu na łąkach i pastwiskach.

Na tle obecnie wzmożonej produkcji mocznika, wobec braku większej liczby doświadczeń łąkowych, powstaje pilna potrzeba wyjaśnienia szeregu wątpliwości związanych z działaniem i techniką jego stosowania na użytkach zielonych w porównaniu z saletrą amonową. Temu właśnie celowi poświęcona jest niniejsza praca.

## BADANIA WŁASNE

## METODYKA BADAŃ

Doświadczenia założono w roku 1966 na łąkach torfowych w trzech miejscowościach woj. warszawskiego: w Jastrzębcu na czarnej ziemi właściwej o pH w H<sub>2</sub>O 6,8, w Jaktorowie na glebie mułowo-glejowej

wytworzonej z namulów aluwialnych o pH 7,2 oraz w Poświętnem na torfie węglanowym średnio głębokim o pH 7,7. Doświadczenia założono według jednolitego schematu (tab. 1).

T a b e l a 1  
Schemat doświadczeń - Experiment scheme

Wariant nawozowy Fertilization variant	Ilość pokosów Number of cuts	Ilość stosowanego N na hektar w latach Amount of N applied per hectare in the years		
		1966	1967	1968
PK	2	-	-	-
PKN 1m*	2	150	300	240
PKN 1s	2	150	300	240
PKN 2m	2	150	300	240
PKN 2s	2	150	300	240
PKN 3m	3	150	300	240
PKN 3s	3	150	300	240

\* m - azot stosowano w formie mocznika /CO/NH<sub>2</sub>/<sub>2</sub>/  
nitrogen applied in form of urea /CO/NH<sub>2</sub>/<sub>2</sub>/  
s - azot stosowano w formie saletry amonowej /NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>/  
nitrogen applied in form of ammonium nitrate /NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>/  
1, 2, 3 - liczba dawek - number of fertilization rates

Nawozy azotowe stosowano: w jednej dawce wiosną, w dwóch dawkach — 1/2 wiosną i 1/2 po pierwszym pokosie oraz w trzech dawkach — 1/3 wiosną, 1/3 po pierwszym pokosie i 1/3 po drugim pokosie. Nawozy fosforowe i potasowe wysiewano tylko w jednej dawce wiosną, w ilościach: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 55 kg i K<sub>2</sub>O — 120 kg/ha w formie superfosfatu pylistego i soli potasowej 40-procentowej. Warianty 1-5 (tab. 1) koszone dwa razy w okresie wegetacyjnym, a warianty 6-7 trzy razy w roku, zachowując zarówno przy wysiewie nawozów, jak i koszeniu te same terminy we wszystkich trzech miejscowościach, a mianowicie: przy dwóch pokosach — I pokos koszone w dniach 3-6 czerwca, a II pokos w dniach 20-31 sierpnia; przy trzech pokosach — I pokos w dniach 19-27 maja, II pokos w dniach 15-27 lipca, III — 14-21 września, w zależności od przebiegu pogody.

W prowadzonych doświadczeniach oprócz ustalania plonów zielonki dokonywano pomiarów lustra wody gruntowej oraz śledzono przebieg warunków klimatycznych (rys. 1-3).

W kameralnej części badań wykonano analizy botaniczno-wagowe siana I, II i III pokosu we wszystkich latach trwania doświadczenia oraz oznaczono procentową zawartość azotu w sianie i na tej podstawie obliczono jego wykorzystanie osobno dla każdego roku.

Poletka miały powierzchnię 60 m<sup>2</sup> (do sprzętu 50 m<sup>2</sup>). Wszystkie oznaczenia są średnimi z czterech powtórzeń z każdego doświadczenia.

Przedział ufności dla plonu zielonki i plonu azotu z poszczególnych lat obliczono przy  $P = 5\%$  i  $FG = 17$ . Błąd różnicy obliczono ze wzoru:

$$s_d = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2 F}{r}}$$

gdzie:

- $s_d$  — błąd różnicy,  
 $s^2 F$  — iloraz zmienności nieścistości,  
 $r$  — liczba powtórzeń.

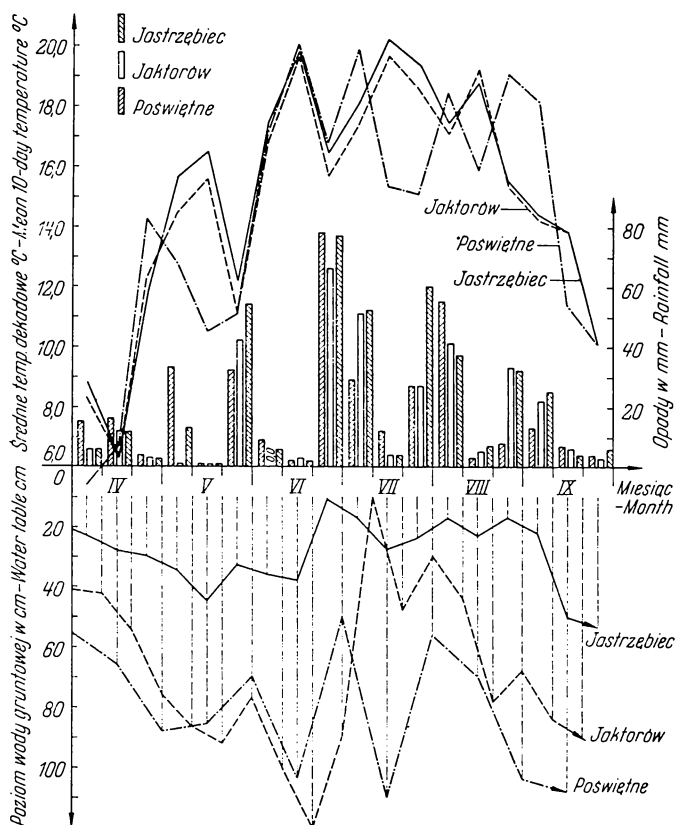
#### WYNIKI BADAŃ

##### WPLYW MOCZNIKA I SALETRY AMONOWEJ NA WYSOKOŚĆ PŁONU ZIELONKI I WYKORZYSTANIE AZOTU Z NAWOZÓW

Rok 1966. Jak wynika z danych tab. 2, w 1966 r. produktywność 1 kg N przy dawce 150 kg/ha w formie mocznika wynosiła średnio na łące w Jastrzębcu 77 kg, a w formie saletry amonowej tylko 71 kg. W tym samym roku w Jaktorowie i Poświętnem uzyskano nieco większą produktywność N w formie saletry amonowej. W Jaktorowie odpowiednie liczby wynoszą 121 i 126 kg zielonki oraz w Poświętnem — 119 i 135 zielonki na korzyść saletry amonowej. Różnice w działaniu mocznika i saletry amonowej zarówno w Jastrzębcu jak i w Jaktorowie mieszczą się w granicach błędu doświadczalnego, natomiast w Poświętnem znajdują się poza jego granicami. W tej ostatniej miejscowości plony były mniejsze o 13% na niekorzyść mocznika. Największe różnice wystąpiły przy dzieleniu dawki na 3 części.

Wykonane analizy chemiczne na zawartość azotu w sianie pokazały nieco gorsze pobieranie N z mocznika niż z saletry amonowej (tab. 3), przy czym wyraźniejsze różnice wystąpiły w zawartości N w sianie I pokosu na poletkach PK. W II pokosie różnice te się wyrównały, a na łące w Jaktorowie dzięki rozwojowi roślin motylkowych zawartość azotu w drugim pokosie na PK nawet się znacznie zwiększyła w porównaniu z pozostałymi wariantami nawozowymi.

Analogicznie do plonu zielonki także i plon azotu w 1966 r. był, średnio biorąc, nieco mniejszy na łące nawożonej mocznikiem w porównaniu do saletry amonowej. Wykorzystanie N z mocznika przy dawce N w wysokości 150 kg/ha wynosiło: w Jastrzębcu 46%, w Jaktorowie 63% i w Poświętnem 55%. Analogiczne liczby dla saletry amonowej wynosiły w tym roku: 49, 65 i 64%. Widzimy więc, że i przy wykorzystaniu azotu największe różnice między saletrą amonową a mocznikiem na niekorzyść tego ostatniego nawozu stwierdzono w Poświętnem na torfie węglanowym. Różnice te powstały głównie w pierwszym pokosie (tab. 3 i 4).



Rys. 1. Przebieg opadów, temperatur i poziomu wody gruntowej w roku 1966  
 Rainfall, temperatures and ground water dynamics in 1966

Rok 1967. Sądząc po wysokości plonów z r. 1966 wydawało się, że 150 kg/ha nie jest jeszcze tą maksymalną dawką, którą w warunkach intensywnej gospodarki na użytkach zielonych należałoby stosować. Z tych to względów w 1967 r. podwyższono dawkę azotu do 300 kg/ha nie zmieniając przy tym schematu doświadczenia. Przy tak wysokim poziomie nawożenia azotowego zarówno w formie mocznika, jak i saletry amonowej uzyskano średnio ponad 100 q zielonki z hektara więcej w porównaniu z 1966 r. Wyjątek stanowi Poświętne, gdzie jedynie na saletrze amonowej i to przy dzieleniu dawki na 3 i przy trzech pokosach uzyskano zwykłą ok. 100 q (tab. 5), a na innych wariantach obserwowano nawet pewną nieznaczną obniżkę plonu w porównaniu do r. 1966. Przyczyn tego zjawiska należy szukać w glebie i w przebiegu pogody. Gwałtowny spadek temperatury w trzeciej dekadzie kwietnia i na początku maja (rys. 2) oraz stosunkowo wysoki stan wód gruntowych wy-

Tabela 2

Plon zielonki z łąk nawoźnych mocznikiem i saletrą amonową w roku 1966  
Green matter yield from meadows fertilized with urea and ammonium nitrate in 1966

Wariant nawożenia Fertilization variant	Jastrzębiec			Jaktorów			Poświętne		
	w q/ha in q/ha	róż- nica diffe- rence	kg zielonki na 1 kg N kg of green matter yield per 1 kg N	w q/ha in q/ha	róż- nica diffe- rence	kg zielonki na 1 kg N kg of green matter yield per 1 kg N	w q/ha in q/ha	róż- nica diffe- rence	kg zielonki na 1 kg N kg of green matter yield per 1 kg N
PK	275,2	-	-	156,8	-	-	254,2	-	-
PKN 1m	393,0	117,8	78	340,5	183,7	122	430,6	176,4	116
PKN 1s	390,4	115,2	77	374,9	218,1	145	450,2	196,0	130
PKN 2m	381,2	106,0	71	355,7	198,9	132	445,8	191,6	127
PKN 2s	371,1	95,9	64	327,3	170,5	115	459,1	204,9	136
PKN 3m	402,0	126,8	84	319,7	162,9	108	426,9	172,7	115
PKN 3s	384,9	109,7	73	337,9	181,1	120	455,4	201,2	134
Przedział ufności L.S.D.	27,7	-	-	33,6	-	-	28,3	-	-

Tabela 3

Procentowa zawartość N w suchej masie siana w roku 1966  
N percentage in dry matter of hay in 1966

Wariant nawożenia Fertilization variant	Jastrzębiec			Jaktorów			Poświętne		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
PK	1,49	1,50	-	1,67	2,35	-	1,67	1,65	-
PKN 1m	2,25	1,63	-	2,37	1,74	-	2,16	1,56	-
PKN 1s	2,32	1,65	-	2,38	1,70	-	2,26	1,56	-
PKN 2m	1,91	1,50	-	2,29	1,71	-	1,87	1,57	-
PKN 2s	2,08	1,48	-	2,03	1,76	-	2,00	1,53	-
PKN 3m	1,90	1,73	1,80	2,24	2,01	2,35	2,02	1,60	1,70
PKN 3s	1,89	1,84	1,83	2,08	1,83	2,46	2,01	1,75	1,60

warł znacznie silniejszy wpływ na torfie węglanowym niż na pozostałych dwu glebach (czarnych ziemiach). W Poświętnym wskutek łatwiejszego wymywania składników przez przesiąkające do wód gruntowych opady należało się liczyć ze znaczną stratą azotu. Przy podzieleniu dawki mocznika na 3, pierwsza porcja azotu prawie nie dała żadnego efektu, dopiero druga dawka dała znaczne zwwyżki, ale już nie na tyle wielkie, by dorównywały efektom produkcyjnym saletry amonowej. Wyraźniej to zjawisko przedstawia zestawienie:

	pokos I	pokos II	pokos III	razem
mocznik w trzech dawkach — q/ha	71,0	189,0	141,0	401,0
saletra amonowa w 3 dawkach — q/ha	208,4	163,4	145,0	516,8

Tabela 4

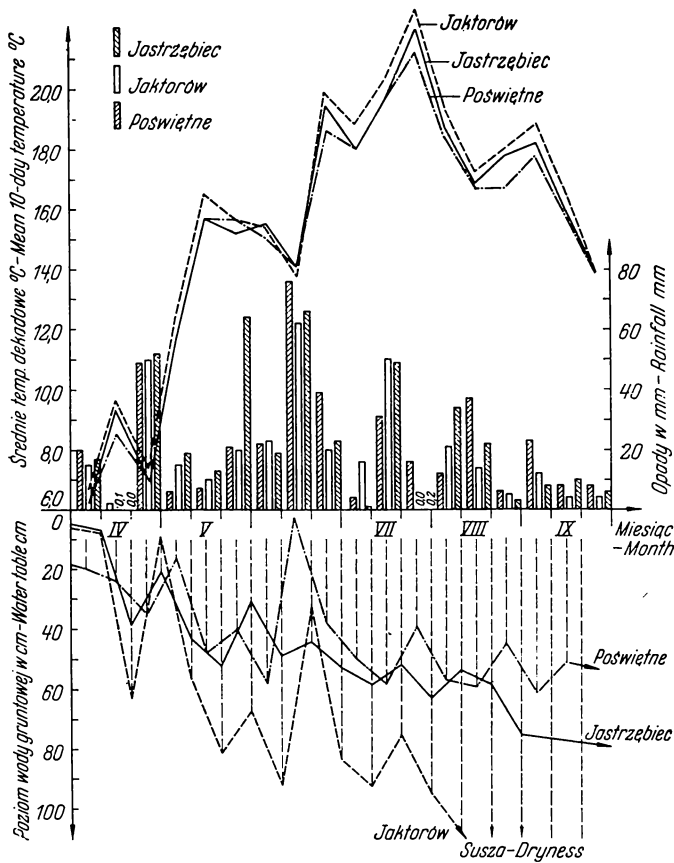
Łączny plon azotu zawarty w I, II i III pokosie w roku 1966 w kg na ha  
Total N yield in kg/ha in the Ist, IInd and IIIrd cut in 1966

Wariant nawożenia Fertilization variant	Jastrzębiec			Jaktorów			Poświętne		
	w kg z ha in kg/ha	róż- nica diffe- rence	% wykorzy- stania N fertilizer N uptake, %	w kg z ha in kg/ha	róż- nica diffe- rence	% wykorzy- stania N fertilizer N uptake, %	w kg z ha in kg/ha	róż- nica diffe- rence	% wykorzy- stania N fertilizer N uptake, %
PK	97	-	-	71	-	-	102	-	-
PKN 1m	189	92	61	174	103	68	192	90	60
PKN 1s	193	96	64	192	121	81	209	107	71
PKN 2m	156	59	39	170	99	66	180	78	52
PKN 2s	159	62	41	147	76	51	189	87	58
PKN 3m	172	75	50	155	84	56	182	80	53
PKN 3s	162	65	43	166	95	63	198	96	64
Przedział ufności L.S.D.	17	-	-	23	-	-	18	-	-

Tabela 5

Plon zielonki z łąk nawożonych mocznikiem i saletrą amonową w roku 1967  
Green matter yield from meadows fertilized with urea and ammonium nitrate in 1967

Wariant nawożenia Fertilization variant	Jastrzębiec			Jaktorów			Poświętne		
	w q/ha in q/ha	Róż- nica diffe- rence	kg zielonki na 1 kg N kg of green matter yield per 1 kg N	w q/ha in q/ha	róż- nica diffe- rence	kg zielonki na 1 kg N kg of green matter yield per 1 kg N	w q/ha in q/ha	róż- nica diffe- rence	kg zielonki na 1 kg N kg of green matter yield per 1 kg N
PK	319,0	-	-	204,0	-	-	207,8	-	-
PKN 1m	493,8	174,8	58	402,6	198,6	66	406,8	199,0	66
PKN 1s	508,0	189,0	63	402,2	198,2	66	407,2	199,4	66
PKN 2m	470,8	151,8	51	431,6	227,6	76	430,2	222,4	70
PKN 2s	479,6	160,6	53	415,0	211,0	70	406,0	198,2	66
PKN 3m	511,4	192,4	64	509,0	305,0	102	401,0	193,2	64
PKN 3s	542,2	223,2	74	509,6	305,6	102	516,8	309,0	103
Przedział ufności L.S.D.	43,3	-	-	45,9	-	-	33,6	-	-



Rys. 2. Przebieg opadów, temperatur i poziomu wody gruntowej w roku 1967  
Rainfall, temperatures and ground water dynamics in 1967

Na marginesie tych liczb należy zauważyć, że przy podzieleniu dawki mocznika na 3 plon w pierwszym pokosie był znacznie niższy niż na poletkach kontrolnych (PK). Można by sądzić, że powstały przy rozkładzie mocznika amoniak wywarł hamujący wpływ na wzrost roślin. Znaczny brak opadów w maju mógł się bardzo do tego przyczynić. W roku 1967 nieznaczne przyhamowanie wzrostu pierwszego pokosu na wariantach nawożonych mocznikiem w porównaniu z saletrą amonową zauważono w Jastrzębcu, a brak jakichkolwiek różnic między obu wymienionymi nawozami stwierdzono w Jaktorowie, w sumie jednak mimo niekorzystnego przebiegu pogody w drugiej połowie kwietnia i w pierwszych dwóch dekadach maja efekt działania azotu był wysoki i wynosił na 1 kg N dany w moczniku: w Jastrzębcu 58 kg, w Jaktorowie 81 kg

i w Poświętnem 66 kg zielonki; na 1 kg N w saletrze amonowej odpowiednio: 63, 79 i 78 kg. Jak z tego widać, mocznik działał słabiej od saletry amonowej w Poświętnem i Jastrzębcu, a ogólnie nieco lepiej w Jaktorowie. Przy trzech pokosach mocznik dał w Jaktorowie 509 q zielonki z hektara, a saletra amonowa 509,6 q.

W roku 1967, jak to wynika z tab. 6, nie zauważono w suchej masie siana poważniejszych zmian w zawartości procentowej azotu. Średnio była ona tylko nieco wyższa niż w roku 1966, ale nie na tyle, by została udowodniona statystycznie. W 1967 r. występowały natomiast poważne

T a b e l a 6

Procentowa zawartość N w suchej masie siana z roku 1967  
N percentage in dry matter of hay in 1967

Wariant nawożenia Fertilization variant	Jastrzębiec			Jaktorów			Poświętne		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
FK	1,42	1,70	-	1,86	2,34	-	1,73	1,63	-
PKN 1m	2,49	1,63	-	2,42	1,62	-	2,28	1,77	-
PKN 1s	2,42	1,54	-	2,13	1,57	-	2,04	1,84	-
PKN 2m	1,90	1,54	-	2,12	1,87	-	2,02	1,72	-
PKN 2s	2,04	1,68	-	2,02	2,05	-	1,66	1,72	-
PKN 3m	2,46	1,72	2,09	2,62	2,37	3,02	1,98	1,61	2,47
PKN 3s	2,57	1,87	2,15	2,73	2,52	1,96	2,82	2,05	2,85

T a b e l a 7

Łączny plon azotu zawarty w I, II i III pokosie w roku 1967 w kg na ha  
Total N yield in kg/ha in the 1st, IIInd and IIIrd cut in 1967

Wariant nawożenia Fertilization variant	Jastrzębiec			Jaktorów			Poświętne		
	w kg z ha in kg/ha	różnica in difference	% wykorzystania N fertilizer N uptake, %	w kg z ha in kg/ha	różnica in difference	% wykorzystania N fertilizer N uptake, %	w kg z ha in kg/ha	różnica in difference	% wykorzystania N fertilizer N uptake, %
PK	137	-	-	108	-	-	81	-	-
PKN 1m	252	115	38	203	95	31	187	106	35
PKN 1s	252	115	38	181	73	24	183	102	34
PKN 2m	192	55	18	200	92	32	188	107	36
PKN 2s	230	93	31	193	85	28	180	99	33
PKN 3m	246	109	36	310	202	67	192	111	37
PKN 3s	286	149	49	294	186	62	387	306	102
Przedział ufnosci L.S.D.	30	-	-	19	-	-	19	-	-



różnice w wykorzystaniu azotu wniesionego do gleby zarówno w formie mocznika, jak i saletry amonowej (tab. 7). Lepsze wykorzystanie azotu w stosunku do 1966 r., mimo podwojenia dawki w roku 1967, stwierdzono przy trzech pokosach tylko na moczniku w Jaktorowie oraz na saletrze amonowej w Jastrzębcu i Poświętnem. Biorąc jednak średnio w roku 1967 stwierdzono gorsze wykorzystanie nawozów azotowych z obu badanych form. Średnio dla wszystkich miejscowości i kombinacji nawozowych wykorzystanie mocznika wynosiło 56%, a dla saletry 44% (w 1966 r. odpowiednio liczby wynosiły 55 i 59%).

Tabela 8

Flora zielonki z łąk nawożonych mocznikiem i saletrą amonową w roku 1968  
Green matter yield from meadows fertilized with urea and ammonium nitrate in 1968

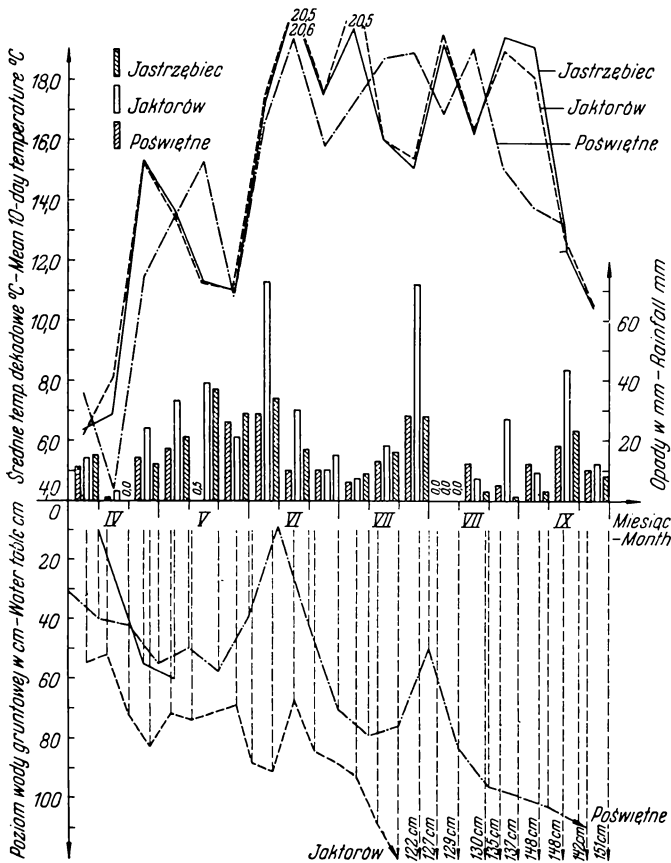
Wariant nawożenia Fertilization variant	Jastrzębiec			Jaktorów			Poświętne		
	w q/ha in q/ha	róż- nica diffe- rence	kg zielonki na 1 kg N kg of green matter yield per 1 kg N	w q/ha in q/ha	róż- nica diffe- rence	kg zielonki na 1 kg N kg of green matter yield per 1 kg N	w q/ha in q/ha	róż- nica diffe- rence	kg zielonki na 1 kg N kg of green matter yield per 1 kg N
PK	389,1	-	-	264,8	-	-	256,6	-	-
PKN 1m	466,5	77,4	32	294,3	29,5	12	441,8	185,2	77
PKN 1s	461,0	71,9	30	329,1	64,3	27	435,1	178,5	74
PKN 2m	455,6	64,5	27	328,7	63,9	27	418,6	162,0	67
PKN 2s	467,4	78,3	33	348,3	83,5	35	448,1	191,5	79
PKN 3m	478,4	89,3	37	357,4	92,6	38	499,7	243,1	101
PKN 3s	545,4	156,3	65	377,8	113,8	47	516,6	260,0	108
Przedział ufności L.S.D.	63,8	-	-	26,0	-	-	34,6	-	-

Tabela 9

Procentowa zawartość N w suchej masie siana z roku 1968  
N percentage in dry matter of hay in 1968

Wariant nawożenia Fertilization variant	Jastrzębiec			Jaktorów			Poświętne		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
PK	2,29	2,19	-	2,50	2,22	-	1,73	2,00	-
PKN 1m	2,59	1,80	-	2,35	1,76	-	2,37	1,85	-
PKN 1s	2,72	2,09	-	2,93	2,18	-	2,43	2,04	-
PKN 2m	2,64	2,11	-	2,56	2,15	-	2,23	1,66	-
PKN 2s	2,48	2,07	-	2,16	2,31	-	2,33	1,96	-
PKN 3m	2,77	2,13	2,54	2,63	2,31	2,50	2,58	2,12	2,45
PKN 3s	2,61	2,13	2,49	2,70	2,42	2,53	2,58	2,12	2,84

Rok 1968. Obserwując rozwój runi łąkowej w 1967 r. przy dawce 300 kg/ha stwierdzono silne wyleganie roślin i to nawet przy dzieleniu dawki na 3 części po 100 kg. Wprawdzie w 1967 r. uzyskano rekordowe plony niemal we wszystkich wariantach nawozowych, ale sprzęt takiej zielonki okazał się bardzo uciążliwy, często przekraczający możliwości przeciętnego gospodarstwa produkcyjnego. W dodatku koszty uzyskania paszy z łąk dwukośnych gwałtownie wzrosły wskutek psucia się maszyn i strat związanych z podgniwaniem traw i niemożnością dokładnego wykoszenia runi. Stwierdzono poza tym znacznie niższe wykorzystanie azotu niż w 1966 r., wobec czego w 1968 r. postanowiono obniżyć dawki azotu w obu formach do 240 kg/ha. Jednak i przy tym poziomie nawożenia azotowego następowało wyleganie roślin przy sprzęcie dwóch pokosów (szczególnie w pierwszym). Choć więc plon I pokosu co do wiel-



Rys. 3. Przebieg opadów, temperatur i poziomów wody gruntowej w roku 1968  
Rainfall, temperatures and ground water dynamics in 1968

T a b e l a 10

Łączny plon azotu zawarty w I, II i III pokosie w roku 1968 w kg na ha  
Total N yield in kg/ha in the Ist, IIInd and IIIrd cut in 1968

Wariant nawożenia Fertilization variant	Jastrzębiec			Jaktorów			Poświętne		
	w kg z ha in kg/ha	róż- nica diffe- rence	% wykorzy- stania N ferti- li- zer N uptake, %	w kg z ha in kg/ha	róż- nica diffe- rence	% wykorzy- stania N ferti- li- zer N uptake, %	w kg z ha in kg/ha	róż- nica diffe- rence	% wykorzy- stania N ferti- li- zer N uptake, %
PK	207	-	-	149	-	-	115	-	-
PKN 1m	256	49	20	148	1	-	225	110	45
PKN 1s	268	61	25	200	51	21	231	116	48
PKN 2m	261	54	23	186	37	16	193	78	32
PKN 2s	259	52	22	183	34	15	227	112	46
PKN 3m	276	69	29	206	57	24	280	165	68
PKN 3s	303	96	40	225	76	31	294	179	74
Przedział ufności L.S.D.	51	-	-	26	-	-	32	-	-

T a b e l a 11

Skład botaniczno - wagowy siana w Jastrzębcu z roku 1968  
Botanical composition of hay at Jastrzębiec in 1968

Wariant nawożenia Fertiliza- tion variant	Pokos Cut	Trawy bardzo dobre i dobre Grasses of very high and high value	Trawy gorszej jakości Grasses of lower value	Turzycowate i sitowate Sedges and rushes	Motylkowate Legumes	Ziemia- niny /chwasty/ Herbs and weeds
PK	I	77,9	0,0	1,5	4,2	16,4
	II	67,4	0,3	2,1	18,4	11,8
PKN 1m	I	92,4	0,0	0,3	0,0	7,3
	II	91,2	0,0	1,6	0,6	6,6
PKN 1s	I	96,9	-	0,3	0,3	2,5
	II	88,8	0,0	1,4	5,5	4,3
PKN 2m	I	95,5	0,5	0,3	0,1	3,6
	II	92,5	0,0	1,8	0,1	7,6
PKN 2s	I	89,6	0,2	0,7	0,1	9,4
	II	95,2	0,0	1,1	0,6	3,1
PKN 3m	I	86,2	0,0	0,4	0,1	13,3
	II	84,2	4,0	2,7	0,0	9,1
	III	87,0	-	0,4	0,3	12,3
PKN 3s	I	90,9	-	0,2	0,1	8,8
	II	90,9	0,1	0,4	0,1	8,5
	III	92,1	0,2	0,2	-	7,5

kości w 1968 r. niczym nie ustępował plonowi z roku 1967, to jednak II pokos był bardzo niski i wynosił zaledwie 50% masy II pokosu z 1967 r. Wyjątek stanowi tu tylko łąka torfowa w Poświętnem, gdzie wilgotność w 1968 r. nie była czynnikiem limitującym odrastanie roślin sprzątaných w II i III pokosie. Dzięki temu w Poświętnem w 1968 r. uzyskano znacznie wyższe plony niż w 1967 r. przy 300 kg/ha azotu. Saletra amonowa przy trzech pokosach w 1968 r. dała identyczne plony jak w 1967 r. (tab. 5 i 8). Produkcyjność 1 kg N zarówno w moczniku, jak i w saletrze amonowej była bardzo wysoka i przekraczała 100 kg zielonki na 1 kg N.

W roku 1968 stwierdzono również różnice w procentowej zawartości azotu i to szczególnie w sianie II pokosu (tab. 9). Średnio zawartość procentowa azotu w 1968 r. w sianie II pokosu była bardziej zbliżona do zawartości azotu w pierwszym pokosie niż miało to miejsce w dwu poprzednich latach. Jednakże średnie wykorzystanie azotu dla wszystkich trzech miejscowości było najniższe i wynosiło dla N z mocznika zaledwie 28%, a dla N z saletry amonowej 35%. Najniższe i na ogół mało spotykane wykorzystanie azotu w 1968 r. stwierdzono w Jaktorowie (średnio 13% dla mocznika i 22% dla saletry), do czego przyczyniła się susza w lipcu i sierpniu oraz gwałtowny spadek wody gruntowej w tych dwóch miesiącach (rys. 3).

Rozwój roślin motylkowych na poletkach nawożonych PK zwiększył zasoby azotu tej kombinacji i tym samym obniżył różnice między wariantami nawożonymi i nie nawożonymi azotem. Dlatego też wyliczone na tej podstawie wyzyskanie azotu stosowanych nawozów należy traktować z dużym zastrzeżeniem (tab. 10 i 11).

#### WPLYW MOCZNIKA I SALETRY AMONOWEJ NA SKŁAD BOTANICZNY SIANA

Analizy botaniczno-wagowe siana wykonywano każdego roku. Nie różnią się one bardzo od siebie i dlatego podano tu skład botaniczny siana w 1968 r., to jest w trzecim roku doświadczenia. Jak widać, nie ma pod tym względem żadnych różnic między wariantami nawożonymi mocznikiem i saletrą amonową. Wystąpiły natomiast bardzo istotne różnice w składzie botanicznym między łąkami dwukośnymi i trzykośnymi oraz między poszczególnymi miejscowościami. I tak na łące w Jastrzębcu stwierdzono znaczny rozwój motylkowych na PK, a ilość ziół i chwastów nie przekroczyła przeciętnej zawartości tych roślin w innych sianach (tab. 11). Podobnie rzecz wyglądała i na łące w Poświętnem (tab. 13). Natomiast w Jaktorowie na PK rozwinęły się silnie zarówno rośliny motylkowe, jak i chwasty. Tych ostatnich było mniej w pierwszym pokosie, a więcej w drugim, gdzie ilość ich dochodziła do 50% (tab. 12).

T a b e l a 12

Skład botaniczno - wagowy siana w Jaktorowie z roku 1968  
Botanical composition of hay at Jaktorów in 1968

Wariant nawożenia Fertiliza- tion variant	Pokos Cut	Trawy bardzo dobre i dobre Grasses of very high and high value	Trawy gorszej jakości Grasses of lower value	Turzycowate i sitowate Sedges and rushes	Motylkowate Legumes	Ziela /chwasty/ Herbs and weeds
PK	I	36,0	13,0	0,2	29,8	21,0
	II	15,7	0,3	0,0	36,1	47,9
PKN 1m	I	76,1	9,3	-	0,1	14,5
	II	47,2	0,1	0,0	0,3	52,4
PKN 1s	I	82,6	4,5	-	0,2	14,7
	II	53,3	0,0	0,1	0,2	46,4
PKN 2m	I	84,2	3,7	0,0	0,0	12,1
	II	46,6	0,1	0,0	0,0	43,2
PKN 2s	I	84,4	3,9	0,0	0,6	11,1
	II	50,9	0,0	-	0,7	48,4
PKN 3m	I	76,5	4,1	-	-	19,4
	II	73,8	2,0	-	0,2	24,0
	III	86,7	0,5	-	0,0	12,8
PKN 3s	I	79,8	4,1	-	0,4	15,7
	II	61,6	5,7	0,0	0,1	32,6
	III	53,8	2,3	0,0	0,0	13,9

Jedynie przy trzech pokosach ilość chwastów w sianie była mniejsza i bardziej równomiernie rozłożona. Wśród chwastów 80% stanowił barszcz zwyczajny *Heracleum sphondylium*. Jest to wskazówka, że na łąkach, gdzie *Heracleum* znajduje naturalne siedlisko rozwoju przy wysokim nawożeniu azotowym i dwóch pokosach może on decydować o wartości pastewnej siana.

#### DYSKUSJA

W dotychczasowych publikacjach rolniczych mało jest badań porównujących działanie mocznika z innymi nawozami azotowymi na łąkach. W Anglii badania w tym zakresie prowadzili Devine i Holmes [3, 4], którzy stwierdzili gorsze działanie mocznika od saletry amonowej na łąkach, przy czym wyższe dawki były mniej efektywne.

Można to tłumaczyć tym, że w Wielkiej Brytanii jest dużo gleb alkalicznych, a więc ze wzrostem węgla wapnia wykorzystanie mocznika maleje.

Skład botaniczno - wagowy siana w Poświętnym z roku 1968  
 Botanical composition of hay at Poświętne in 1968

Wariant nawożenia Fertilization variant	Pokos Cut	Trawy bardzo dobre i dobre Grasses of very high and high value	Trawy gorszej jakości Grasses of lower value	Turzycowate i sitowate Sedges and rushes	Motylkowate Legumes	Zioła /chwasty/ Herbs and weeds
PK	I	60,9	6,4	7,5	3,3	21,9
	II	49,8	16,9	4,1	1,3	27,9
PKN 1m	I	89,1	1,5	0,1	0,1	9,2
	II	89,3	4,5	0,7	0,1	5,4
PKN 1s	I	91,2	0,8	0,2	0,1	7,7
	II	88,3	4,8	0,1	0,1	6,7
PKN 2m	I	91,4	1,2	1,0	0,1	6,3
	II	83,4	5,1	1,1	0,2	10,2
PKN 2s	I	90,2	0,6	0,2	0,1	8,9
	II	79,7	11,9	0,7	0,1	7,6
PKN 3m	I	81,5	5,0	1,1	0,2	12,2
	II	81,9	5,6	0,5	0,4	11,6
	III	79,2	6,7	0,3	0,3	13,5
PKN 3s	I	71,0	16,2	3,3	0,4	9,1
	II	69,8	16,8	1,1	0,5	11,8
	III	67,1	18,0	0,6	0,5	13,8

Również badania prowadzone w Holandii przez Dilza i Van Burga [7] potwierdziły gorszą wartość mocznika w porównaniu z saletrza-kiem. Autorzy ci wiążą mniejszą wartość mocznika ze stratami powsta-jącymi w czasie jego hydrolizy w postaci utleniającego się amoniaku. Straty te zmniejszyły się, jeżeli po wysiewie mocznika następowały opady deszczu.

Badania niemieckie prowadzone przez Buchnera wykazują mniej-szą przydatność mocznika niż innych nawozów azotowych na łąkach, a szczególnie na pastwiskach [7].

W Czechosłowacji badania z mocznikiem prowadził Frycek [5] i wykazał przydatność tego nawozu do nawożenia pastwisk górskich. Frycek zaleca stosować mocznik jednorazowo na wiosnę lub po pierw-szym pokosie. Przeprowadzone we wcześniejszych latach doświadczenia w Polsce przez Jakimiaka [6] wykazały także przydatność mocznika do nawożenia łąk i pastwisk, chociaż dawki stosowane przez tego auto-ra były stosunkowo małe (do 50 kg/ha).

Pierwsze doniesienia B u r c z y k a [7] w 1966 r. podawały w wątpliwość przydatność mocznika do nawożenia łąk. Autor ten jednak zmienił pogląd na podstawie przeprowadzonych doświadczeń i obecnie traktuje mocznik na łąkach równorzędnie z saletrą amonową [8]. Podobnie i S o l n i c k i [9] nie stwierdził różnic w plonach otrzymanych na moczniku i saletrze amonowej.

T a b e l a 14

Efekt działania N - N effectiveness

Wariant nawożenia Fertilization variant	1 kg N wyprodukował kg zielonej masy w latach kg of green matter yield per 1 kg N			Średni przyrost zielonki w kg na kg N w latach 1966-68 Mean green matter increment in kg per 1 kg N in 1966-1968
	1966	1967	1968	
	%			
PKN 1m	105	63	40	69
PKN 1s	117	65	44	75
PKN 2m	110	66	40	72
PKN 2s	105	63	49	72
PKN 3m	103	76	59	79
PKN 3s	109	93	73	92
Średnio na: Mean on the:				
CO/NH <sub>2</sub> /2	106	68	47	74
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	110	73	55	79

T a b e l a 15

Wykorzystanie azotu w % - N uptake /in %/

Wariant nawożenia Fertilization variant	Wykorzystania N z nawozów w % N uptake from fertilizers /in %/			
	w latach - in the years			średnio za lata mean for 1966 - 1968
	1966	1967	1968	
PKN 1m	63	35	21	39
PKN 1s	72	32	31	45
PKN 2m	52	28	24	35
PKN 2s	50	28	28	35
PKN 3m	53	46	40	46
PKN 3s	56	71	46	55
Średnio na: Mean for:				
CO/NH <sub>2</sub> /2	55	36	28	39
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	59	44	35	46

Synteza trzyletnich doświadczeń przedstawiona w niniejszej pracy (tab. 14) wykazuje wyraźnie, że działanie mocznika było jednak nieco gorsze niż saletry amonowej. Średnia produktywność mocznika ze wszystkich lat przedstawia się mniej korzystnie w porównaniu z saletrą amonową. Na 1 kg N w moczniku przypadało średnio 74 kg zielonki, gdy tymczasem na 1 kg N w saletrze amonowej — 79 kg. Podobnie jak w działaniu, także i w procentowym wykorzystaniu azotu stwierdza się lepszą przydatność saletry amonowej niż mocznika (tab. 15). Azot z mocznika został w przeprowadzonych doświadczeniach wykorzystany w 39%, a z saletry amonowej aż w 46%.

W przedstawionych trzyletnich badaniach zarówno gorsza produktywność azotu mocznika, jak i gorsze jego wykorzystanie na łąkach występowało zawsze tylko w pierwszym pokosie i tylko przy wiosennym stosowaniu tego nawozu. Nie stwierdzono nigdy gorszego działania mocznika w drugim i dalszych pokosach.

Na zakończenie warto jeszcze rozpatrzyć sprawę z punktu widzenia gospodarczego. Przyjmując aktualne ceny nawozów za 1 kg N w  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  — 7,61 zł i  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  — 8,18 zł, przeciętną cenę siana — 100 zł/q oraz współczynnik do przeliczenia zielonki na siano — 0,28, otrzymamy następujący rachunek:

$$\begin{aligned} & \text{— dla mocznika } (0,74 \text{ q zielonki} \times 0,28 \times 100 \text{ zł}) - 7,61 = 13,09 \text{ zł}, \\ & \text{— dla saletry amonowej } (0,79 \text{ q zielonki} \times 0,28 \times 100 \text{ zł}) - 8,09 = \\ & = 14,01 \text{ zł}. \end{aligned}$$

Na podstawie tego rachunku widać, że 1 kg N w moczniku daje dochód brutto gorszy tylko o 0,92 zł. Nie ma to jednak praktycznego znaczenia, ponieważ stosowanie mocznika zmniejsza koszty związane z transportem, przechowywaniem i wysiewem w porównaniu z saletrą amonową.

## WNIOSKI

W świetle uzyskanych danych z trzyletnich doświadczeń nad działaniem mocznika na łąkach trwałych można stwierdzić co następuje:

1. Wartość nawozowa mocznika na badanych łąkach okazała się nieco słabsza od saletry amonowej. Różnica na niekorzyść mocznika jest jednak niewielka i wynosi 6,4%. Z gospodarczego punktu widzenia różnica ta nie ma praktycznego znaczenia wobec nieco niższej ceny jednostkowej azotu w moczniku w porównaniu do saletry amonowej. Nie bez znaczenia jest również mniejszy koszt związany z transportem, przechowywaniem i wysiewaniem mocznika.



2. Obniżenie się efektywności N w moczniku w porównaniu do saletry amonowej powstawało zawsze tylko w I pokosie i to niezależnie od liczby zbieranych pokosów i podziału użytej dawki.

3. Przy wysokich dawkach azotu na hektar najkorzystniejsze wyniki produkcyjne uzyskano przy zbiorze trzech pokosów oraz przy dzieleniu dawki na trzy części, niezależnie od formy azotu.

4. Intensywne nawożenie azotem prawie całkowicie eliminowało z runi rośliny motylkowe.

5. Stosowanie intensywnych dawek N (powyżej 100 kg/ha) w formie mocznika, a także w innych formach może być celowe tylko w gospodarstwach odpowiednio organizacyjnie przygotowanych do zbioru i wykorzystania dodatkowych ilości siana.

6. Efektywność zastosowanych wysokich dawek azotu malała w miarę upływu lat od chwili założenia doświadczenia, bez względu na formę stosowanego nawożenia azotem.

#### LITERATURA

- [1] Boguszewski W., Drzas K., Lasota T.: Porównanie wartości nawozowej mocznika i saletry amonowej stosowanych przedsięwzię i pogłównie. *Rocz. Nauk rol.*, 89-A-2, 1964, s. 195.
- [2] Chłopecki K.: Wartość nawozowa mocznika w porównaniu z saletrą amonową w nawożeniu łąk. *Nowe Rol.*, nr 10, 1967, s. 12.
- [3] Devine J. R., Holmes M. R. J.: Field experiments comparing ammonium nitrate, ammonium sulphate and urea applied repetitively to grassland. *J. Agric.*, 60, 1963, s. 297.
- [4] Devine J. R., Holmes M. R. J.: Field experiments comparing winter and spring applications of ammonium sulphate, ammonium nitrate, calcium nitrate and urea to grassland. *J. Agric. Sic.*, 4, 1965, s. 101.
- [5] Frycek A.: Wyniki s hnojenim horskijch pastwin mocovinou. *Za Vysokou Urodu*, 15, 1964, s. 27.
- [6] Jakimiak M.: Wartość nawozowa ureaformu w porównaniu z niektórymi nawozami w nawożeniu łąk. *Maszynopis*, SGGW Warszawa, 1961.
- [7] Materiał z sesji naukowo-informacyjnej w Puławach. *Wyd. Agroch.*, Warszawa 1966.
- [8] Materiały z seminarium na temat: „Racjonalne wykorzystanie wysokich dawek nawozów azotowych przy produkcji pasz zielonych”. *Wyd. IMUZ*, Warszawa-Falenty 1969.
- [9] Solnicki P., Zarzycki J.: Mocznik na łąkach mineralnych. *Nowe Rol.*, 14, 1967, s. 24.

P. МОРACHEВСКИ

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОЧЕВИНЫ НА БЕССМЕННЫХ ЛУГАХ

Кафедра Ведения Лугов и Пастбищ, Варшавская Сельскохозяйственная Академия

## Резюме

В статье поданы результаты испытаний проведенных в 1966 - 1968 гг. на бессменных лугах над действием высоких доз мочевины на урожай зеленой массы, по сравнению с аммиачной селитрой. Опыты проводились в трех пунктах: в м. Ястжембец на темноцветной (черной) почве с рН 6,8; в м. Якторов на илисто-глеевой почве с рН 7,2, образовавшейся из аллювиальных отложений и в м. Посвентне на карбонатной средней мощности торфяной почве с рН 7,7.

Исследования показали, что эффективность мочевины на испытуемых лугах на 6,4% ниже, чем эффективность аммиачной селитры. С экономической точки зрения, эта разница не имеет практического значения, так как ее рекомендует меньшая, по сравнению с аммиачной селитрой, цена за единицу азота в мочеvine, а также уменьшение издержек на транспорт, хранение и внесение мочевины. Это небольшое понижение эффективности мочевины по сравнению с аммиачной селитрой всегда проявлялось в урожае первого укоса независимо от числа укосов и деления вносимой дозы азота.

R. MORACZEWSKI

## POSSIBILITIES OF UREA APPLICATION ON PERMANENT MEADOW

Department of Grassland Cultivation, Warsaw Agricultural University

## Summary

In the work the results of experiments carried out in 1966 - 1968 on permanent meadows are presented. They concerned effect of high urea rates on green matter yield, as compared to ammonium nitrate. The experiments were carried out at three points, viz. at Jastrzębiec, on black earth, with pH 6.8, at Jaktorów, on silt-gley soil developed of alluvial silts, with pH 7.2, and at Poświętne, on medium deep carbonated peat, with pH 7.7.

The experiments have shown that fertilizing value of urea on the meadows investigated was by 6.4% lower than that of ammonium nitrate. This difference is, of no practical value from economic viewpoint, since it is compensated by lower unit of urea nitrogen as compared to ammonium nitrate as well as by lower costs connected with transport, storage and application of urea. This insignificant lowering of urea value as compared to ammonium nitrate occurred always in the first cut, irrespective of number of cuts and of division of the applied fertilizer rate.

Adres

doc. dr habil. Roman Moraczewski  
Katedra Uprawy Łąk i Pastwisk SGGW  
Warszawa, Rakowiecka 26

Wpłynęło do PTG we wrześniu 1969 r.