

TADEUSZ FILIPEK, ALEKSANDRA BADORA

STAN JONOWY I PLONOWANIE KUPKÓWKI W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM GLEBY ZANIECZYSZCZONEJ ŚRODKAMI DO USUWANIA ŚLISKOŚCI POŚNIEGOWEJ

Katedra Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie

WSTĘP

Stosowane do usuwania śliskości pośniegowej sole, głównie NaCl i CaCl₂, są przenoszone w postaci aerozolu na pobocza dróg i przydrożne gleby [10]. Na gleby i rośliny wzdłuż ruchliwych tras komunikacyjnych opadają też zanieczyszczenia pochodzące ze spalin pojazdów mechanicznych. Zanieczyszczenia komunikacyjne wywołują zmiany w koncentracji jonów w glebach i w składzie mineralnym roślin.

W roślinie musi być zachowana równowaga między ładunkami dodatnimi i ujemnymi. W związku z przewagą ilości kationów ($C = K^+ + Na^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}$) nad anionami nieorganicznymi ($A = SO_4^{2-} + H_2PO_4^- + Cl^- + NO_3^-$) nadmiar ładunków dodatnich neutralizowany jest przez metabolicznie regulowaną produkcję lub rozpad kwasów organicznych R-COO⁻. Powszechnie przyjmuje się [1-3, 13, 21-23], że ilość tych kwasów jest równa różnicy wartości sum kationów i anionów nieorganicznych (C-A).

Celem badań było określenie wpływu zasolenia przydrożnej gleby środkami do usuwania pokrywy lodowo-śnieżnej oraz nawożenia azotem na stan jonowy i plonowanie kupkówki (*Dactylis glomerata*).

METODYKA

Doświadczenie prowadzono w latach 1989-1990 na glebie brunatnej wytworzonej z lessu, III klasy bonitacyjnej, trzeciego kompleksu przydatności rolniczej, przy ruchliwej trasie wylotowej z Lublina do Lubartowa. Badania zlokalizowano na obsianym polu doświadczalnym Katedry Chemii Rolnej AR w Lublinie, gdzie od ponad dziesięciu lat nie stosowano żadnego nawożenia. Rośliną testową była kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*).

Zastosowano cztery poziomy nawożenia azotem (N): 0 — kontrola, N₁ — 80 kg/ha, N₂ — 160 kg/ha i N₃ — 240 kg/ha oraz nawożenie fosforem i potasem w ilości odpowiednio: 70 i 166 kg/ha.

Doświadczenie założono w czterech powtórzeniach metodą bloków losowych. Pierwsze poletka usytuowane były w odległości 2,5 m od krawędzi jezdni, a ostatnie 22,5 m od jezdni. Powierzchnia poletka wynosiła 12,5 m² (2,5 × 5 m).

Zebrano trzy pokosy trawy. W kupkównce oznaczono zawartość suchej masy oraz skład jonowy.

Po mineralizacji roślin w stężonym kwasie siarkowym z dodatkiem perhydrołu oznaczono azot ogólny metodą Kjeldahla, fosfor — kolorymetrycznie metodą wanadomolibdenową, potas i wapń — fotopłomieniowo, magnez — kolorymetrycznie z żółcieniem tytanową. W ekstrakcie z materiału roślinnego, uzyskany po zadziałaniu 2 % kwasem octowym z dodatkiem węgla aktywnego, oznaczono sód — fotopłomieniowo oraz chlorki i siarczany — fotometrycznie. W wyciągu wodnym ze zmielonego materiału roślinnego, po strąceniu białka roztworem kwasu trójchlorooctowego, oznaczono kolorymetrycznie: N-NH₄⁺ z odczynnikami Neslera oraz N-NO₃⁻ z kwasem fenylodwusulfonowym. Z różnicy sum kationów (C) i anionów nieorganicznych (A) obliczono ilość anionów organicznych (C-A).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Na plonowanie i zawartość suchej masy kupkównki z poszczególnych pokosów wpłynęło nawożenie azotowe i odległość od krawędzi jezdni, a co za tym idzie zróżnicowana koncentracja jonów w glebie [10] (tab. 1 i 2). Wysoka aktywność nawożenia azotowego stwierdzona w badaniach wynikała najprawdopodobniej z niestosowania od ponad 10 lat żadnych nawozów, stąd gleba była wyczerpana ze składników pokarmowych, w tym głównie z azotu. Niewykluczone jest również dodatnie działanie azotu na rośliny w warunkach podwyższonej koncentracji chlorków w glebie. Wyraźnie dodatnią reakcją roślin na nawożenie azotem gleb słonych stwierdzili Thomas i Landgdale [20]. Ich zdaniem, duża efektywność azotu wynikała z podstawienia Cl⁻ jonem NO₃⁻ i ze wzrostu koncentracji anionów organicznych (C-A) w roślinie. Pod wpływem najniższej dawki azotu (N₁) plon kupkównki wzrósł średnio ponad 3-krotnie w stosunku do poletka bez nawożenia. Równie wysoki przyrost plonu stwierdzono po zastosowaniu podwójnej dawki azotu (N₂). Nawożenie N₃ spowodowało dalszy przyrost plonu kupkównki, ale był on już niższy od poprzednich.

Najmniejsze plony kupkównki we wszystkich pokosach stwierdzono na poletkach położonych najbliżej jezdni (2,5 m od krawędzi). Niewykluczone, że mógł się tu ujawnić inny, w tych badaniach nie uwzględniony czynnik, tj. mechaniczne zanieczyszczenie gleby i roślin, czy trujące spaliny.

Wzrostowi masy plonu kupkównki, wywołanemu stosowaniem wzrastającego nawożenia azotowego, towarzyszył spadek zawartości suchej masy. Stwierdzono to we wszystkich trzech pokosach, ale najintensywniej zależność ta ujawniła się w pierwszym i drugim pokosie po zastosowaniu N₁ i N₂. Kupkównka z trzeciego pokosu zawierała również najmniej suchej masy w obiektach nawożonych N w ilości 240 kg/ha i tylko ta wartość różniła się istotnie od pozostałych.

T a b e l a 1

Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na plon kupkówki pospolitej (t/ha)
Effect of nitrogen fertilization on the yield of orchard grass (t/ha)

Pokosy Cuts	Nawożenie Fertilization	Odległość od krawędzi jezdni (m) Distance from margin of roadway (m)									\bar{x}	NIR LSD
		2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5		
I	O	3,1	3,2	4,15	7,0	3,95	4,0	3,05	3,0	4,55	4,0	3,26
	N ₁	8,4	13,6	15,0	14,15	15,25	14,8	15,05	11,45	9,55	13,03	
	N ₂	19,6	25,05	25,1	25,55	25,4	20,9	27,0	27,9	28,6	25,01	
	N ₃	26,2	27,45	30,15	33,0	27,2	35,4	36,7	28,7	30,4	30,58	
	\bar{x} odl.	14,33	17,33	18,60	19,93	17,95	18,78	20,45	17,76	18,28		
II	O	4,5	4,3	4,6	5,1	6,8	4,8	4,0	4,6	7,2	5,1	2,85
	N ₁	9,2	12,3	17,5	13,2	11,8	14,1	13,8	19,4	17,8	19,47	
	N ₂	21,3	22,0	16,2	21,3	17,7	20,0	19,5	19,4	17,8	19,47	
	N ₃	19,5	20,3	23,6	18,4	20,2	18,2	20,5	15,2	20,1	19,56	
	\bar{x} odl.	13,63	14,73	15,48	14,50	14,13	14,20	14,45	13,08	13,65		
III	O	1,08	2,1	2,4	3,3	2,7	3,1	1,8	3,2	4,4	2,76	5,20
	N ₁	4,1	5,9	6,9	9,0	10,4	7,5	7,5	9,7	7,0	7,56	
	N ₂	9,1	19,8	18,0	21,7	16,1	14,5	6,4	23,6	14,6	15,98	
	N ₃	15,1	14,1	22,3	21,5	26,7	20,8	30,0	23,2	30,5	22,69	
	\bar{x} odl.	7,53	10,48	12,4	13,88	13,98	11,48	11,43	14,93	14,13		

T a b e l a 2

Wpływ nawożenia azotowego na zawartość suchej masy w kupkówce pospolitej (%)
 Effect of nitrogen fertilization on the content of dry mass in orchard grass (%)

Pokosy Cuts	Nawożenie Fertilization	Odległość od krawędzi jezdni (m) Distance from margin of roadway (m)									\bar{x}	NIR LSD
		2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5		
I	O	22,35	22,32	19,49	22,73	21,89	22,86	22,69	23,00	22,09	22,17	1,19
	N ₁	19,61	20,56	22,05	19,68	19,89	20,11	19,64	20,73	20,15	20,27	
	N ₂	16,78	18,77	17,70	17,40	18,91	17,32	17,78	17,27	16,83	17,64	
	N ₃	15,66	16,19	16,20	16,54	16,90	17,44	17,07	15,04	16,53	16,40	
	\bar{x} odl.	18,60	19,46	18,86	19,09	19,40	19,43	19,30	19,03	18,90		
II	O	28,80	24,34	27,15	30,32	46,21	28,82	29,23	27,68	29,61	30,24	4,87
	N ₁	24,08	24,38	27,00	27,85	28,26	27,29	13,04	26,56	27,68	25,13	
	N ₂	26,55	25,65	28,02	27,06	26,63	24,50	23,58	25,76	26,33	26,01	
	N ₃	25,85	26,28	24,93	27,97	26,05	26,17	25,07	28,95	24,59	26,21	
	\bar{x} odl.	26,32	25,16	26,78	28,30	31,79	26,70	22,73	27,24	27,05		
III	O	21,73	20,18	23,86	24,85	21,08	20,49	23,95	21,25	20,20	21,96	1,59
	N ₁	22,87	22,50	20,63	22,99	22,47	20,86	21,87	22,51	23,63	22,26	
	N ₂	19,38	19,51	20,91	20,58	21,67	21,37	20,67	20,71	21,81	20,73	
	N ₃	19,88	17,50	18,91	19,64	20,33	20,26	19,39	20,70	19,19	19,53	
	\bar{x} odl.	20,97	19,92	21,08	22,02	21,39	20,75	21,47	21,29	21,21		

Stan jonowy w kupkówce w zależności od usytuowania poletka w pasie przydrożnym oraz w poszczególnych pokosach nawożonych zróżnicowanymi dawkami azotu przedstawiono w tabelach 3 i 4. Zawartość jonów K^+ , Na^+ , Cl^- i SO_4^{2-} w kupkówce zależała od odległości poletka od krawędzi jezdni i co za tym idzie od stężenia tych jonów w glebie [10]. Największe ilości potasu stwierdzono w kupkówce z odległości około 15 m od jezdni, podczas gdy trawa rosnąca najbliżej drogi zawierała najmniej K. Nie odnotowano podwyższonej zawartości sodu w kupkówce z obiektów na glebie z wysoką koncentracją Na — blisko jezdni. Częściowym wyjaśnieniem tego może być fakt, że w większości przypadków wyższe zawartości sodu w glebie występowały w warstwie 20–40 niż 0–20 cm. Płytko umieszczony system korzeniowy kupkówki nie był w stanie pobierać sodu z warstw głębszych.

Duży wpływ na zawartość kationów w kupkówce wywarło nawożenie azotem. Powodowało ono zwiększoną kumulację kationów jednowartościowych, głównie sodu i potasu. Zwiększone pobranie kationów, zwłaszcza jednowartościowych, przez rośliny intensywnie nawożone azotem $N-NO_3$ stwierdziło wielu autorów [1, 4, 8, 9, 11–15]. Pomimo stosowania azotu w postaci NH_4NO_3 w warunkach gleb obojętnych i alkalicznych nityfikacja zachodzi szybko i rośliny mają do dyspozycji głównie azot azotanowy. Pobrany przez rośliny jon NO_3^- ulega redukcji, a ujemny ładunek jest przenoszony na nietolne kwasy organiczne $R-COO^-$, które zobojętniane są wzmożonym pobieraniem kationów C [1, 8, 9, 14]. Zależność tę potwierdziły badania z kupkówką, która najwięcej kationów (C) gromadziła w obiektach nawożonych dawką N_3 .

Zróżnicowanie zawartości anionów nieorganicznych w kupkówce w zależności od odległości od jezdni dotyczyło głównie chlorków i siarczanów. Najwięcej anionów Cl^- stwierdzono w kupkówce rosnącej w odległości 5,0–10,0 m od szosy. Zmiany w zawartości siarczanów były mniej wyraźne, a maksymalną ich zawartość stwierdzono w obiektach oddalonych o 17,5 m od szosy. Duży wpływ na zawartość anionów nieorganicznych w kupkówce wywarło nawożenie azotem. Wzrost dawki N wyraźnie podwyższał kumulację azotanów. W trawie z pierwszego pokosu zaznaczył się wyraźny antagonizm między anionami NO_3^- oraz Cl^- i SO_4^{2-} . Wzrost zawartości azotanów spowodował wyraźny spadek kumulacji chlorków i siarczanów. W następnych dwóch pokosach antagonistyczny wpływ azotanów dotyczył fosforanów i siarczanów.

Niektóre wskaźniki zależności jonowych w roślinach, głównie wartości stosunku K: $(Ca + Mg)$ i sumy kationów jednowartościowych do dwuwartościowych $(K + Na) : (Ca + Mg)$, wykorzystywane są do oceny jakości pasz [1, 17, 18, 22]. Z przeprowadzonych badań wynika, że duży wpływ na wartości tych wskaźników wywierało nawożenie azotem i zanieczyszczenie gleby środkami do zwalczania śliskości pośniegowej. Wzrost dawki azotu powodował większą kumulację kationów jednowartościowych w stosunku do dwuwartościowych, a wartości zaproponowanych wskaźników wynosiły odpowiednio: w obiekcie 0 — 1,82 i 1,84, natomiast w kombinacji z N_3 — 2,30 i 2,39. Stosunek K : $(Ca + Mg)$ w kupkówce tuż przy jezdni wynosił 1,73, a w odległości około 15 m od

Tabela 3

Wpływ odległości od krawędzi jezdni na stan równowagi jonowej w kupkówce
 Effect of distance from margin of the roadway on the ionic balance state in orchard grass

Odległość Distance (m)	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	C	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	A	C-A
	mmol (+)/100 g						mmol (-)/100 g					
2.5	4,43	119,44	1,99	53,01	16,03	194,84	0,69	15,60	11,83	11,01	39,52	155,32
5.0	3,94	128,30	2,13	45,60	16,53	196,61	1,02	17,57	11,97	11,08	41,55	155,04
7.5	4,84	135,83	2,70	45,99	16,14	205,49	0,80	17,85	10,77	11,92	41,34	164,15
10.0	4,82	130,98	2,60	44,15	16,58	199,12	0,66	18,78	10,33	12,17	41,94	157,18
12.5	4,67	134,50	2,81	45,19	17,21	204,38	0,56	16,46	10,12	12,81	39,78	164,60
15.0	4,40	143,64	2,72	45,31	16,54	212,44	0,84	16,44	10,53	12,90	40,66	171,60
17,5	5,05	139,61	2,77	46,84	17,61	211,87	1,09	14,42	11,05	13,51	40,06	171,81
20.0	4,22	138,06	3,26	47,89	17,31	210,73	1,12	15,18	10,23	11,77	38,30	172,43
22.5	4,46	130,98	3,62	47,89	18,32	205,32	0,54	13,47	10,84	11,24	36,09	169,19
\bar{x}	4,53	133,48	2,73	46,87	16,92	204,53	0,81	16,20	10,85	12,05	39,91	164,61
NIR (p. 0,05) LSD (p. 0,05)	n.	19,51	1,55	n.	n.	20,39	n.	3,56	n.	2,74	5,81	21,37

n. — różnice nieistotne — non significant differences

Wpływ nawożenia na stan równowagi jonowej w kupkówece
 Effect of nitrogen fertilization on the ionic balance state in orchard grass

Pokosy A Cuts	Nawożenie B Fertilization	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	C	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	A	C-A
		mmol (+)/100 g						mmol (-)/100 g					
I	O	4,41	176,26	1,01	41,47	18,86	242,07	0,98	17,83	11,91	16,65	47,34	194,67
	N ₁	3,99	173,25	1,18	46,65	18,13	242,98	0,79	17,47	11,44	11,82	41,53	201,45
	N ₂	4,90	163,11	1,70	45,89	17,65	233,25	0,85	15,59	11,48	10,28	38,74	194,51
	N ₃	7,72	179,13	2,83	41,46	19,04	250,10	2,00	14,04	12,13	9,27	37,32	212,79
	\bar{x}	5,26	172,94	1,68	43,87	18,42	242,10	1,16	16,23	11,74	12,01	41,24	201,79
II	O	2,33	138,01	0,93	76,06	15,66	232,99	0,82	11,39	16,86	23,98	52,83	180,16
	N ₁	2,26	155,90	1,30	60,14	14,40	233,99	0,56	16,64	11,98	8,66	37,85	196,15
	N ₂	2,71	167,05	3,52	54,45	13,18	240,91	0,50	18,68	10,04	7,39	36,61	204,28
	N ₃	3,46	161,06	6,97	56,14	14,75	242,38	1,58	17,37	9,47	6,76	35,18	207,20
	\bar{x}	2,68	155,50	3,18	61,70	14,50	237,57	0,87	16,02	12,09	11,70	40,62	196,95
III	O	6,17	63,88	1,09	38,03	17,50	126,79	0,13	10,88	11,55	21,73	44,28	82,51
	N ₁	5,26	69,87	1,15	35,54	17,26	129,09	0,10	16,47	8,23	11,62	36,52	92,57
	N ₂	5,37	77,12	3,48	34,88	18,23	139,09	0,22	19,03	7,53	8,61	35,31	103,77
	N ₃	5,82	77,13	7,64	31,77	18,40	140,75	1,21	18,95	7,51	7,78	35,46	105,27
	\bar{x}	5,65	72,00	3,34	35,06	17,85	133,93	0,42	16,33	8,73	12,44	37,89	96,04
IV	O	4,30	126,05	1,01	51,85	17,34	200,62	0,65	13,37	13,43	20,79	48,15	152,45
	N ₁	3,84	133,01	1,21	47,44	16,60	202,02	0,48	16,86	10,58	10,70	38,63	163,39
	N ₂	4,33	135,76	2,90	45,07	16,35	204,42	0,52	17,77	9,68	8,76	36,89	167,52
	N ₃	5,67	139,11	5,81	43,13	17,40	211,08	1,60	16,79	9,70	7,94	35,99	175,09
	\bar{x}	4,54	133,53	2,73	46,87	16,74	204,53	0,54	16,21	10,84	9,54	37,36	167,11
NIR (p 0,05) dla pokosów LSD (p 0,05) for cuts		0,58	8,42	0,67	5,08	1,49	8,79	0,36	n.	0,94	n.	2,50	9,22
Nawożenie Fertilization		0,74	10,68	0,85	6,45	n.	n.	0,45	1,95	1,20	1,50	3,18	11,71
Interakcja Interaction A × B		1,64	23,81	1,89	14,36	n.	n.	n.	4,35	2,67	3,34	7,09	n.

krawędzi drogi wzrósł do 2,32. Wartość graniczna tego stosunku, określana w literaturze jako 2,2, przekroczona była w kupkowie z I pokosu we wszystkich obiektach oraz z II pokosu w obiektach z najwyższymi dawkami azotu.

Zmiany w zawartości poszczególnych jonów w kupkowie zdecydowały o wartościach sumy kationów (C), anionów nieorganicznych (A) oraz obliczonej ilości anionów organicznych (C-A). Największy wpływ na te wartości wywarło nawożenie azotem, którego wzrost powodował kumulację kationów (C) oraz zmniejszał ilość anionów nieorganicznych (A). To właśnie zdecydowało o wartościach C-A, określanych w literaturze jako ilość anionów organicznych [4, 5, 7, 16, 19, 23]. Były one najwyższe w obiektach nawożonych N_3 , zaś najniższe w kontrolnych. Koresponduje to wyraźnie z wielkością plonu kupkówki. Fakt ten potwierdza hipotezę [12, 16, 23] o dodatniej zależności między ilością anionów organicznych C-A oraz wielkością i niektórymi elementami jakości plonu. Potwierdzają to również współczynniki korelacji między wartościami C-A a zawartością azotu białkowego i ogólnego w trawie. W pierwszym pokosie wynosiły one odpowiednio 0,66 i 0,67, w drugim 0,55 i 0,51, w trzecim zaś 0,83 i 0,40.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

1. Stwierdzono wysoką efektywność nawożenia azotem kupkówki uprawianej w przydrożnym pasie gleby, zanieczyszczonej środkami do usuwania śliskości pośnigowej.

2. Kupkówka z obiektów usytuowanych 12,5–17,5 m od jezdni gromadziła największe ilości potasu. W trawie rosnącej w pasie od 10 m od krawędzi jezdni stwierdzono wzrost zawartości jonów Ca^{2+} i Cl^- .

3. Wzrastające nawożenie azotowe kupkówki uprawianej na glebie zanieczyszczonej środkami do usuwania śliskości pośnigowej wyraźnie zwiększyło kumulację sodu w sianie z tej trawy.

4. Wysokie dawki azotu spowodowały wyraźny wzrost kumulacji kationów (C) oraz spadek zawartości anionów nieorganicznych (A), zwłaszcza $H_2PO_4^-$ i SO_4^{2-} . Różna dynamika wzrostu zawartości C i spadku A zdecydowała o ujawnieniu się dodatniej zależności między wielkością dawki azotu, ilością anionów organicznych C-A oraz wielkością plonu kupkówki.

5. Graniczne wartości stosunku K : (Ca + Mg) przekraczane były w kupkowie z pierwszego pokosu we wszystkich obiektach oraz z drugiego pokosu w obiektach nawożonych najwyższą dawką azotu (N_3).

LITERATURA

- [1] Borowski E. Współdziałanie form soli azotu i potasu w kształtowaniu równowagi jonowej u wybranych roślin pastewnych (*Brassica oleracea* var. *acephala* i *Zea mays* L. ssp. *indurata*). Rozpr. Habilit., Ser. Wyd. Rozpr. Nauk. Akademia Rolnicza, Lublin 1976.
- [2] Brogowski Z., Kusińska A. Stan równowagi jonowej w różnych gatunkach roślin łąkowych. Rocz. Nauk Rol. s. A, 1976, 101,4 : 21–23.
- [3] Brogowski Z., Traczyk T. The effect of mineral fertilization on ionic balance in some meadow grasses. Pol. Ecol. Stud. 1978, 4, 1 : 135–142.
- [4] Brogowski Z., Czarnowska K. Stan jonowy pszenicy ozimej na tle wzrastającego nawożenia azotowego. Rocz. Nauk Rol. s. A, 1987, t. 106, z. 4.
- [5] Dechnik I., Filipek T., Kaczor A. Oddziaływanie wysokich dawek nawozów azotowych i potasowych na równowagę jonową rzepaku jarego i ozimego. Wpływ nawożenia na jakość plonów. Mat. Symp. 1986, 1 : 28–33.
- [6] Dechnik I., Filipek T. Równowaga jonowa w pszenicy jarej w warunkach zróżnicowanej zawartości N-NO₃ w glebie zasolonej środkami do zwalczania śliskości pośniegowej. Ann. UMCS, 1987, sec. E, vol. XLII, 22 : 247–254.
- [7] Dijkshoorn W. Nitrate accumulation, nitrogen balance and cation-anion ratio during the regrowth of perennial ryegrass. Neth. J. Agric. Sci. 1958, 6 : 211–221.
- [8] Filipek T., Ginalski J., Kaczor A. Wpływ nawożenia azotem i potasem na równowagę jonową oraz niektóre elementy jakości plonu jęczmienia jarego i gryki. Wpływ nawożenia na jakość plonów. Mat. Symp. 1986, 1 : 186–192.
- [9] Filipek T. Równowaga jonowa i plonowanie roślin nawożonych zróżnicowanymi dawkami azotu i potasu. Cz. I. Stan równowagi jonowej i plonowanie buraka cukrowego. Ann. UMCS, Sec. E, 1987, vol. XLII, 20 : 207–227.
- [10] Filipek T., Badora A. Jony rozpuszczalne w wodzie w glebach zanieczyszczonych środkami do zwalczania śliskości pośniegowej. Rocz. Glebozn. 1992, t. 43 nr 3/4 : 37–43.
- [11] Filipek T. Równowaga jonowa i plonowanie roślin nawożonych zróżnicowanymi dawkami azotu i potasu. Cz. II. Stan równowagi jonowej i plonowanie pszenicy ozimej. Ann. UMCS, sec. E, 1987, vol. XLII, 21 : 229–246.
- [12] Houba V.J.G., Egmond F., Wittich E.M.: Changes in production of organic nitrogen and carboxylates (C-A) in young sugar-beet plants grown in nutrient solutions of different nitrogen composition. Neth. J. Agric. Sci. 1971, 19 : 39–47.
- [13] Jungk A. Interactions of nitrogen concentrations (NH₄, NH₄NO₃, and NO₃) and pH of nutrient solution on growth and ionic balance of tomato plants. Gartenbauwissenschaft 1970, 35, 5 : 13–28.
- [14] Kirkby E.A., Mengel K. Ionic balance in different tissues of the tomato plants in relation to nitrate, urea, or ammonium nutrition. Plant Physiol. 1967, 42, 1 : 6–14.
- [15] Kirkby E.A., Knight A.H. Influence of the level of nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation and cation-anion balance in whole tomato plants. Plant Physiol. 1977, 60, 3: 349–353.
- [16] Noggle J.C. Ionic balance and growth of sixteen plant species. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1966, 30: 349–353.
- [17] Ochół J., Myszk A. Poziom magnezu i równowaga kationowa w liściach ziemniaka na tle równowagi kationowej kompleksu sorpcyjnego gleby. Pam. Puł. 1982, 82: 161–177.
- [18] Panak H., Procyk Z., Wojnowska T. Wpływ rozszerzających się stosunków Ca:Mg:K:Na w glebie na równowagę jonową w roślinach. Równowaga jonowa w glebach i roślinach w warunkach intensywnego nawożenia. Mat. Symp. 1986, 2: 82–86.
- [19] Ruszkowska M., Myszk A., Kukurenda H. Pobieranie i rola składników mineralnych w roślinach w warunkach intensywnego nawożenia. Synteza badań 1971–1980. 1986: 7–42.
- [20] Thomas J.R., Lengdale G.W. Ionic balance in coastal bermudagrass influenced by nitrogen fertilization and soil salinity. Agron. J. 1980, 72: 449–452.

- [21] W arch o ł o w a M. Równowaga jonowa w roślinach w warunkach zróżnicowanego nawożenia. Wpływ nawożenia na jakość plonów. Mat. Symp., Puławy 1981, 21–38.
- [22] W arch o ł o w a M. Równowaga jonowa w roślinach pod wpływem zróżnicowanego zaopatrzenia w potas i magnez. Puławy, IUNG, R–117, 1977.
- [23] Wit C.T., Dijkshoorn W., Noggle J.C. Ionic balance and growth of plants. Versl. Landbouwk. Onderz. 1963, 69, 15: 1–68.

T. FILIPEK, A. BADORA

IONIC STATE VERSUS COCKSFOOT YIELDS UNDER CONDITIONS OF DIFFERENTIATED NITROGEN FERTILIZATION OF SOIL CONTAMINATED WITH AGENTS FOR REMOVAL OF THE POST-SNOW SLIPPERNESS

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University of Lublin

S u m m a r y

The ionic balance state versus yielding of cocksfoot fertilized with different nitrogen rates was investigated. Cocksfoot was sown onto a by-road belt of brown soil developed from loess, contaminated with post-snow slipperness removal agent.

A high nitrogen fertilization efficiency and a lack of any effect of increased concentration of sodium, calcium and chlorides in soil on the grass yield increment have been proved. Higher nitrogen rates stimulated accumulation of sodium and of the whole amount of cations (C) in the cocksfoot. Different growth dynamics of the C value and of decrease of the content of inorganic anions (A) was responsible for occurrence of positive relationship between the nitrogen rate, amount of organic anions (C–A) on the one hand and the yield level of cocksfoot and the nitrogen content in it on the other. The boundary value of the $K:(Ca + Mg)$ ratio was exceeded in the 1st-cut cocksfoot on all plots and in the 2nd-cut cocksfoot on the plots with the highest nitrogen rates (N_3).

Prof. dr T. Filipek
Katedra Chemii Rolnej
Akademia Rolnicza w Lublinie
20–466 Lublin, Mickiewicza 50 a

Praca wpłynęła do redakcji w styczniu 1991 r.