

WPŁYW INTENSYWNEGO NAWOŻENIA UŻYTKÓW ZIELONYCH NA PŁONOWANIE I WARTOŚĆ POKARMOWĄ ROŚLIN

ZAWARTOŚĆ FORM POTASU W RUNI I GLEBIE INTENSYWNIENIE NAWOŻONEGO PASTWISKA

Grzegorz Nowak

Instytut Chemizacji Rolnictwa AR-T w Olsztynie

Dyrektor: Prof. dr Mieczysław Koter

Koncentracja potasu w runi większości pastwisk jest duża i mając na uwadze żywienie zwierząt — większe niebezpieczeństwo stwarza nadmierne nagromadzenie się tego składnika w roślinach niż za niski jego poziom. Dla zapewnienia bytowych i produkcyjnych potrzeb bydła zielonka pastwiskowa powinna zawierać 2,0% K_2O w suchej masie [25].

Badania T'Harta [29] wykazały, że pastwiska nadmiernie nawożone potasem gromadziły w runi znaczne ilości tego pierwiastka, zaś wypasane na nich zwierzęta wykazywały objawy chorobowe. Podobne zjawisko zaobserwował również Rybak [27].

Zawartość potasu w runi pastwiskowej jest z reguły wyższa niż w sianie łąkowym i wynosić może od 0,42 do ponad 5,5% K_2O [11, 18]. Decydujący wpływ na jego zawartość w poroście pastwiskowym posiada nawożenie tym składnikiem, które w większości przeprowadzonych doświadczeń spowodowało znaczny wzrost koncentracji tego pierwiastka [5, 25, 26, 27]. Rośliny posiadają zdolność pobierania potasu w ilościach znacznie przekraczających ich potrzeby [7, 17].

Stwierdzono również współdziałanie nawożenia azotowego i potasu; jednostronne nawożenie azotem powodowało wzrost koncentracji potasu w roślinach użytków zielonych tylko na glebach zasobnych w przyswajalny potas [1, 3, 5, 7]. W przypadku gleb ubogich wraz z podwyższeniem dawek azotu zauważono brak zmian lub zmniejszenie koncentracji potasu w roślinach [4, 19].

Nie wszystkie rośliny w jednakowym stopniu pobierają i akumulują potas, szczególnie zasobne w ten składnik są zioła [8, 9] i niektóre trawy

[17, 29]. Jest on szczególnie potrzebny w początkowym okresie wzrostu roślin, dlatego najczęściej zawierają go rośliny młode [2]. Zielonka pastwiskowa z pierwszego odrostu jest najbogatsza w ten składnik [7, 17, 22]. Częste koszenie łąk lub wypasanie pastwisk zapobiega starzeniu się roślin i prowadzi do uzyskania paszy o wysokiej koncentracji potasu [6].

Jakkolwiek dużo jest prac dotyczących wpływu nawożenia na zawartość potasu ogółem w roślinach, to brak jest danych dotyczących zmian form tego pierwiastka w runi użytków zielonych. Większość danych podręcznikowych dowodzi, że niemal cały potas można z roślin wyplukać za pomocą wody destylowanej [21]. Natomiast niektórzy badacze [12] stwierdzili, że pewna część potasu występuje w komórkach w związkach, które są trudno wymywalne. Kniaga [13] za pomocą wody destylowanej wyekstrahował zaledwie 36-50% potasu z roślin. Inoziemcew [10] zaś stwierdził, że 50-84% potasu występuje w roślinach w związkach kompleksowych, nie podlegających dializie.

Celem pracy było zbadanie, w jakim stopniu intensywne nawożenie mineralne wpływa na zawartość potasu ogółem oraz łatwo rozpuszczalnych form pierwiastka w roślinności i glebie pastwiskowej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Ogólną charakterystykę warunków klimatyczno-glebowych, technikę prowadzenia doświadczenia, sposób pobierania prób do analiz oraz wyniki plonowania pastwiska podano w pracy Kotera i Krauze [14].

Ekstrakcję związków potasu z materiału roślinnego przeprowadzono według metody Ulricha [20]. Wyodrębniono następujące formy potasu: wyługowany wodą destylowaną o $\text{pH} = 7,0$ i wyekstrahowany 2% kwasem octowym. Zawartość potasu ogółem oznaczono fotopłomieniometrycznie, po uprzednim zmineralizowaniu na mokro w kwasie siarkowym z dodatkiem perhydroflu, natomiast w ekstraktach wodnych i 2% kwasu octowego — po oczyszczeniu ich za pomocą węgla aktywowanego.

W glebie oznaczono potas łatwo dostępny metodą Egnera Riehma [20], wymienny w ekstraktach 1 N octanu amonowego o $\text{pH} = 7,0$ metodą Masłowej [24] i umiarkowanie dostępny, wyekstrahowany na gorąco 1 N HNO_3 , według metody Grewelinga-Peecha [20]. Wszystkie oznaczenia potasu wykonano metodą fotopłomieniometryczną.

WYNIKI

Zawartość potasu w runi pastwiskowej obrazują tabele 1-3. Zastosowanie wzrastającego nawożenia NPK w 1970 r. (tab. 1) spowodowało zwiększenie koncentracji potasu w runi wszystkich odrostów. Najbogact-

Tabela 1

Zawartość form potasu w runi pastwiskowej w 1970 r. (procent K₂O w s.m.)

Nawożenie	Odrosty	Ogółem	Wyekstrahowany		Względna zawartość form potasu (K— —ogółem = 100)	
			kwasem octowym	wodą destylowaną	wyekstrahowany	
					kwasem octowym	wodą destylowaną
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀	I	4,57	4,29	3,63	93,9	79,4
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,77	4,48	3,87	93,9	81,1
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		5,31	5,07	4,40	95,5	82,9
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀ + mikroelementy		4,93	4,70	4,04	95,3	81,9
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀	II	4,16	3,76	3,34	90,4	80,3
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,16	3,82	3,42	91,8	82,2
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		5,37	4,98	4,45	92,7	82,9
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀ + mikroelementy		4,89	4,53	4,09	92,6	83,6
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀	III	3,80	3,26	2,89	85,8	76,1
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		3,89	3,57	3,12	91,8	80,2
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		5,33	5,00	4,58	93,8	85,9
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀ + mikroelementy		5,13	4,69	4,39	91,4	85,6
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀	IV	—	—	—	—	—
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		—	—	—	—	—
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		5,08	4,57	4,16	90,0	81,9
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀ + mikroelementy		5,14	4,67	4,24	90,9	82,5
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀	V	—	—	—	—	—
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		—	—	—	—	—
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,65	4,46	3,83	95,9	82,4
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀ + mikroelementy		4,71	4,32	3,68	91,7	78,1
Przeciętna zawartość form potasu w runi						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,18	3,77	3,29	90,2	78,7
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,27	3,96	3,47	92,7	81,3
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		5,28	4,94	4,41	93,6	83,5
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀ + mikroelementy		4,98	4,63	4,15	93,0	83,3

sze w potas okazały się rośliny na początku sezonu pastwiskowego, natomiast w suchej masie runi z następnych odrostów, zebranych z kompleksów nawożonych 280 i 560 kg NPK, zaznaczyło się wyraźne obniżenie koncentracji tego składnika. Natomiast pod wpływem 1120 kg NPK w ciągu całego sezonu nie nastąpiły większe zmiany w koncentracji potasu. Zastosowanie drugiej dawki nawozów potasowych po trzecim od-

roście nie miało większego wpływu na zawartość tego składnika w roślinach następnym odrostów. Wzrastające nawożenie mineralne zwiększyło również zawartość potasu wyekstrahowanego kwasem octowym i wodą destylowaną. Za pomocą kwasu octowego wyekstrahowano ponad 90% potasu, zaś za pomocą wody destylowanej ponad 80 procent. Przy czym nieco więcej potasu wyekstrahowano z roślin zebranych podczas pierwszego i piątego odrostu. Nawożenie mineralne w niewielkim stopniu zwiększyło względny udział potasu wyekstrahowanego kwasem octowym i wodą destylowaną w odniesieniu do potasu ogółem. Analizując przeciętną zawartość potasu w runi w 1970 roku należy stwierdzić, że wzrastające nawożenie mineralne spowodowało wzrost koncentracji, zarówno potasu ogółem, jak i jego form rozpuszczalnych w kwasie octowym i w wodzie destylowanej. Mikroelementy obniżyły zawartość potasu o 0,3% K_2O .

Nie sprzyjające warunki klimatyczne, panujące w czasie wegetacji 1971 r. (tab. 2), ujemnie wpłynęły na koncentrację potasu w runi pastwiskowej. Zawartość potasu w roślinach była niższa w porównaniu z zawartością w roślinach zebranych w 1970 r., a zwłaszcza nawożonych 1120 kg NPK. Zastosowanie nawożenia mineralnego zwiększyło koncentrację potasu w roślinach. Zależność ta utrzymywała się w runi wszystkich odrostów. Podobnie jak w 1970 r., koncentracja potasu w roślinach nawożonych 1120 kg NPK w ciągu całego okresu wegetacji była bardzo wysoka i nie ulegała większym zmianom, natomiast nawożonych 280 i 560 kg NPK zmniejszyła się w runi z drugiego odrostu, a zwiększyła się w zielonce czwartego odrostu. Analogicznym zmianom podlegał potas wyekstrahowany 2% kwasem octowym i wodą destylowaną. Względny udział łatwo rozpuszczalnych form potasu w odniesieniu do ogólnej zawartości nie zależał od nawożenia. Rozpatrując przeciętną zawartość potasu w runi pastwiskowej wyraźnie widać, że wzrastające nawożenie mineralne spowodowało wzrost koncentracji potasu. Zastosowanie 560 kg NPK podwyższyło jego zawartość średnio o 3,6%, a 1120 kg NPK o ponad 16% w porównaniu z kombinacją 280 kg NPK/ha. Nawożenie mikroelementami obniżyło o 3,5% stężenie potasu w runi najintensywniej nawożonej.

Warunki klimatyczne podczas sezonu wegetacyjnego 1972 r. (tab. 3) ze względu na większą ilość opadów były bardziej sprzyjające dla wzrostu roślin. Przeciętna koncentracja potasu w runi pastwiskowej była również nieco większa w porównaniu z rokiem poprzednim. Nawożenie mineralne wyraźnie zwiększyło zawartość potasu w roślinach, zwłaszcza w pierwszym odroście.

W runi pastwiskowej z drugiego odrostu nastąpiło obniżenie koncentracji potasu przy zastosowaniu 280 kg NPK/ha, natomiast przy dawkach 1120 kg NPK/ha stężenie zwiększyło się. Zastosowanie nawozów potaso-

Tabela 2

Zawartość form potasu w runi pastwiskowej w 1971 r. (procent K₂O w s.m.)

Nawożenie	Odrosty	Ogółem	Wyekstrahowany		Względna zawartość form potasu (K—ogółem = 100)	
			kwasem octowym	wodą destylowaną	kwasem octowym	wodą destylowaną
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,16	3,83	2,98	92,1	71,6
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,28	4,04	3,08	94,4	72,0
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	I	4,67	4,42	3,34	94,6	71,5
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,59	4,40	3,37	95,9	73,4
+mikroelementy						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		3,87	3,66	2,93	94,6	75,7
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,14	3,90	2,92	94,2	70,5
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	II	4,55	4,34	3,22	95,4	70,8
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,69	4,40	3,28	93,8	69,9
+mikroelementy						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,02	3,71	2,61	92,3	64,9
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,37	4,13	2,95	94,5	67,5
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	III	5,28	4,94	3,50	93,6	66,3
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,73	4,53	3,33	95,8	70,4
+mikroelementy						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,55	4,12	3,03	90,5	66,6
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,80	4,31	3,17	89,8	66,0
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	IV	4,76	4,25	3,17	89,3	66,6
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,69	3,98	3,12	84,9	66,5
+mikroelementy						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		—	—	—	—	—
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		—	—	—	—	—
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	V	5,23	4,72	3,56	90,9	68,1
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,47	3,91	3,03	87,5	67,8
+mikroelementy						
		Przeciętna zawartość form potasu w runi				
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,15	3,83	2,89	92,3	69,6
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,30	4,04	3,00	94,0	69,8
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,83	4,50	3,33	93,2	68,9
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,66	4,31	3,27	92,5	70,2
+mikroelementy						

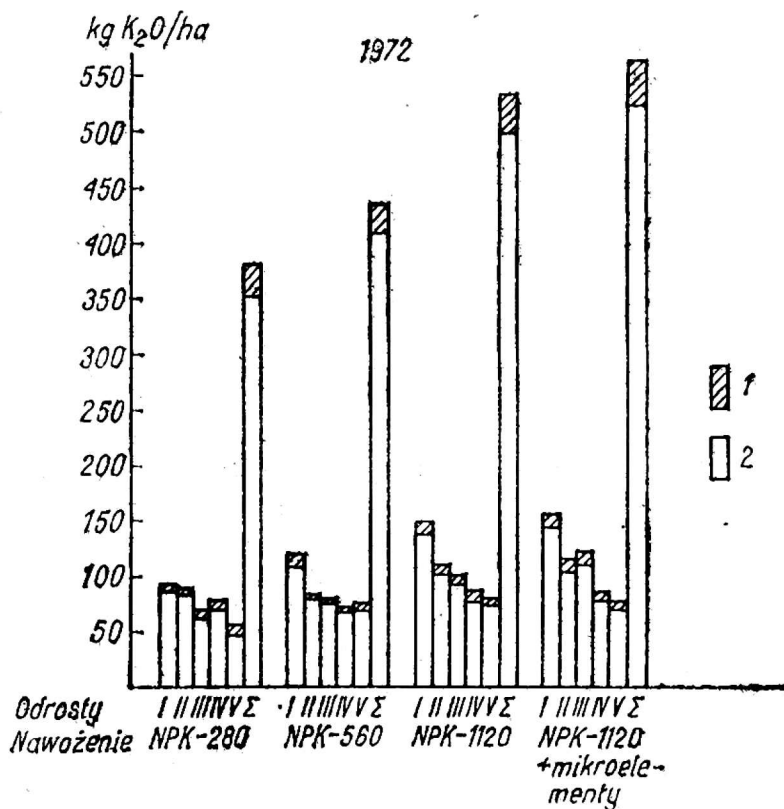
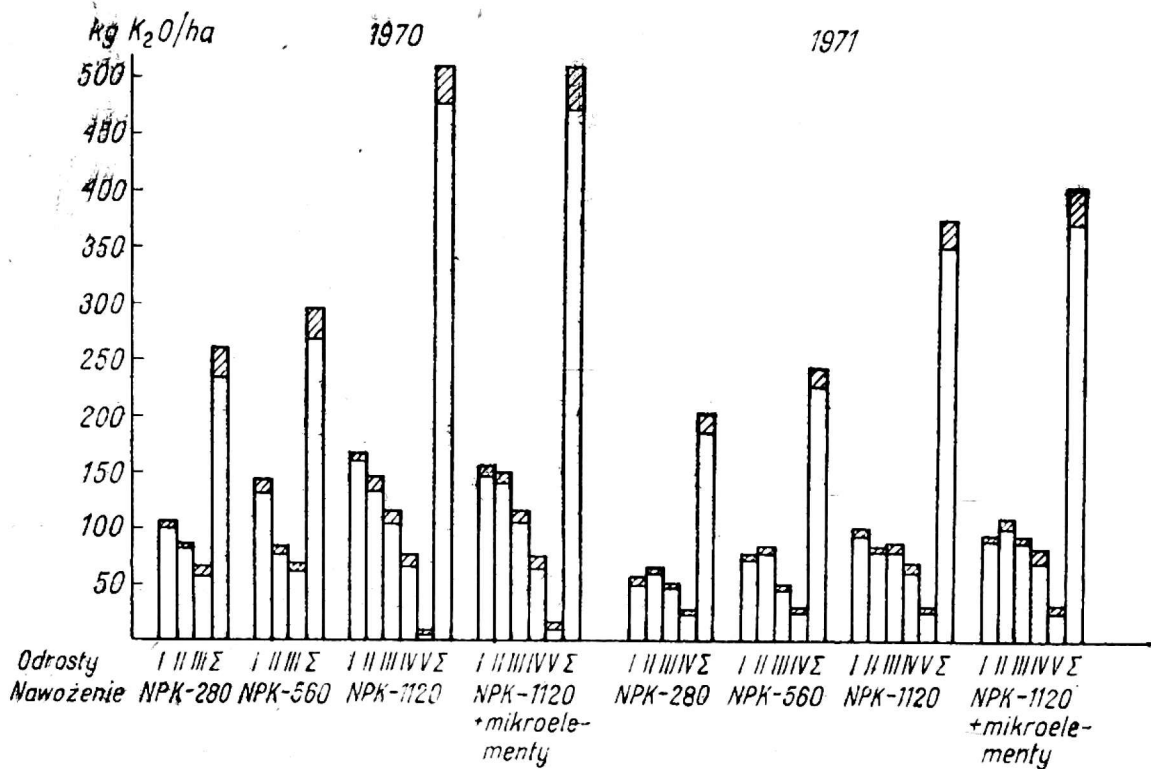
wych w okresie letnim w znacznym stopniu zwiększyło koncentrację potasu w runi z czwartej i piątej rotacji. Prawdopodobnie większa wilgotność w tym okresie sprzyjała szybkiemu pobraniu potasu z gleby. Zarówno potas rozpuszczalny w kwasie octowym jak i wodzie destylowanej wykazał analogiczne zależności, jak potas ogółem. Podobnie jak w latach 1970-1971, za pomocą kwasu octowego wyekstrahowano ponad 90% po-

Tabela 3

Zawartość form potasu w runi pastwiskowej w 1972 r. (procent K₂O w s.m.)

Nawożenie	Odrosty	Ogółem	Wyekstrahowany		Względna zawartość form potasu (K—ogółem = 100)	
			kwasem octowym	wodą destylowaną	wyekstrahowany	
					kwasem octowym	wodą destylowaną
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,04	3,77	2,91	93,3	72,0
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,16	3,87	3,02	93,0	72,6
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	I	4,61	4,27	3,35	92,6	72,7
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,79	4,49	3,54	93,7	73,9
+ mikroelementy						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		3,83	3,63	2,75	94,8	71,8
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,14	3,96	3,04	95,7	73,4
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	II	4,85	4,55	3,63	93,8	74,8
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		5,03	4,61	3,72	91,7	74,0
+ mikroelementy						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,43	4,13	3,40	93,2	76,7
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,53	4,20	3,42	92,7	75,5
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	III	4,86	4,51	3,66	92,8	75,3
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,88	4,46	3,62	91,4	74,2
+ mikroelementy						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,52	4,17	3,36	92,3	74,3
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,75	4,47	3,66	94,1	77,1
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	IV	5,37	4,93	3,97	91,8	73,9
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		5,17	4,86	3,93	94,0	76,0
+ mikroelementy						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,22	3,85	3,04	91,2	72,0
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		5,09	4,74	3,70	93,1	72,7
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀	V	5,16	4,86	3,83	94,2	74,2
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,95	4,65	3,71	93,9	74,9
+ mikroelementy						
Przeciętna zawartość form potasu w runi						
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀		4,21	3,91	3,09	92,9	73,4
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		4,53	4,25	3,37	93,8	73,4
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,97	4,62	3,69	93,0	74,2
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		4,96	4,61	3,70	92,9	74,6
+ mikroelementy						

tasu, a wody destylowanej 72-77 procent. Średni przyrost koncentracji potasu w runi pastwiskowej, uzyskany pod wpływem nawożenia, był nieco większy niż w 1971 roku. Zastosowanie 560 kg NPK zwiększyło zawartość potasu przeciętnie o 7,6% w stosunku do kombinacji o najniższym nawożeniu, zaś zastosowanie 1120 kg NPK o ponad 18 procent. Mikroelementy nie wpłynęły na stężenie potasu w runi pastwiskowej.



Rys. 1. Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na zawartość w plonie niektórych form potasu w latach 1970-1972: 1 — K niewyekstrahowany kwasem octowym, 2 — K wyekstrahowany kwasem octowym

Fig. 1. Effect of intensive mineral fertilization on the content of some potassium forms in the yield in the period 1970-1972

Plony potasu oraz jego rozpuszczalnych form, uzyskane z 1 ha w latach 1970-1972, przedstawiono graficznie na rysunku 1. Zwiększenie poziomu nawożenia mineralnego NPK spowodowało w ciągu badanego okresu wzrost pobrania potasu. Znaczną część zebranego plonu stanowił potas wyekstrahowany 2% kwasem octowym. Zarówno ta forma, jak i potas nierozpuszczalny w kwasie octowym, zwiększyły się pod wpływem nawożenia. W latach 1971-1972 działały dodatnio na pobranie potasu mikroelementy na tle intensywnego nawożenia mineralnego. Najwięcej potasu pobrała ruń pastwiskowa pierwszego odrostu, a następnie ilość wyniesionego przez rośliny potasu malała. Pobranie potasu uzależnione było również od warunków klimatycznych. W latach obfitych w opady atmosferyczne (1970 i 1972) pobranie tego składnika przez ruń pastwiskową było większe. Natomiast w 1971 r. na skutek suszy, która spowodowała obniżenie plonowania pastwiska, oraz koncentracji potasu w roślinach plon tego składnika był mniejszy.

Nawożenie mineralne spowodowało również zmiany w składzie chemicznym gleby (tab. 4). Wraz ze wzrastającymi dawkami nawozów wzrosła zawartość wszystkich form potasu w glebie. Zwiększenie to nie było spowodowane akumulacją potasu z nawozów, ponieważ pobranie tego

Tabela 4

Zawartość form potasu w glebie

Nawożenie	Rok	Umiarkowanie dostępny mg K ₂ O/100 g	Wymienny		Przyswajalny	
			mg K ₂ O/100 g	w % u-miarkowa-ny = 100	mg K ₂ O/100 g	w % u-miarkowa-ny = 100
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀	1970	142,4	33,6	23,6	28,4	19,8
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		169,8	40,5	23,9	37,1	21,8
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		190,0	45,7	24,9	40,5	21,3
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀ + mikroelementy		161,4	35,6	22,1	30,1	18,6
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀	1971	148,4	33,2	22,4	30,1	20,3
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		177,3	42,7	24,1	37,9	21,4
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		211,5	53,2	25,2	49,6	23,5
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀ + mikroelementy		156,6	37,9	24,2	33,0	21,1
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₉₀	1972	177,5	39,2	22,1	37,2	21,0
N ₂₄₀ P ₁₄₀ K ₁₈₀		192,8	47,4	24,6	45,2	23,4
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀		229,5	52,8	23,0	50,4	22,0
N ₄₈₀ P ₂₈₀ K ₃₆₀ + mikroelementy		184,2	44,7	24,3	41,5	22,5

składnika przez rośliny znacznie przekraczało jego ilość wniesioną do gleby z nawozami. Być może wysokie dawki nawozów azotowych uruchomiły zapasy potasu glebowego. Pod wpływem nawożenia w niewielkim stopniu wzrósł również względny udział potasu wymiennego w stosunku do ilości potasu umiarkowanie dostępnego. Również i potas przyswajalny wykazał podobne zależności jak poprzednio omówione formy, lecz udział jego w stosunku do potasu wyekstrahowanego 1 N kwasem azotowym był nieco niższy. Na podstawie wyceny w oparciu o liczby graniczne według Kopera zasobność gleb z wszystkich kombinacji była bardzo wysoka, zwłaszcza w 1972 r. po trzech latach doświadczeń.

DYSKUSJA

Trzyletnie badania wykazały, że roślinność pastwiskowa była bardzo bogata w potas (3,8-5,4% K_2O). Pod wpływem nawożenia mineralnego nastąpiło znaczne zwiększenie koncentracji potasu w roślinach, zwłaszcza w latach obfitych w opady. Wyniki te znalazły szerokie potwierdzenie w literaturze [5, 26, 27]. Tak duże nagromadzenie potasu mogło być spowodowane również współdziałaniem azotu i potasu [1, 3, 5, 7]. Jak wynika z doświadczeń Baumeistera [2], rośliny posiadają zdolność gromadzenia dużych ilości potasu, znacznie przekraczających ich potrzeby. Spośród roślin użytków zielonych najbogatsze w potas są zioła i niektóre trawy, a między innymi kupkówka pospolita [8, 9, 17, 29]. Prawdopodobnie duży udział kupkówki pospolitej w runi mógł znacznie zwiększyć zawartość potasu. Nawożenie zwiększyło również w roślinach zawartość potasu wyekstrahowanego kwasem octowym i wodą destylowaną. Za pomocą kwasu octowego wyekstrahowano ponad 90% potasu, a wody destylowanej ponad 70 procent. Podobne wyniki uzyskał Kowalczyk [15], który kwasem octowym wyekstrahował ponad 90% potasu, natomiast Kniaga [13] wodą destylowaną 36-50%, a Makela [16] około 90 procent.

Intensywne nawożenie mineralne nie spowodowało jednak większych zakłóceń w gospodarce potasowej roślin. Pomimo że koncentracja potasu ogółem oraz jego form rozpuszczalnych w kwasie octowym i wodzie destylowanej była duża, to jednak udział tych form w stosunku do zawartości potasu ogółem nie ulegał większym zmianom. Duża koncentracja potasu w roślinach oraz uzyskane wysokie plony runi pastwiskowej spowodowały, że pobranie potasu było wysokie. Ilość wyniesionego potasu każdego roku z gleby znacznie przewyższała ilość składnika wprowadzonego do gleby z nawozami. Rośliny w znacznej mierze korzystały więc z zapasów potasu nagromadzonego w glebie. Wyniki te są zgodne z uzyskanymi przez innych badaczy [19, 28]. Jednoczesny wzrost zawartości przyswajalnego potasu w glebie świadczyć może o uruchamianiu trudno

dostępnych form potasu glebowego, co stwierdzili również Rudenko i Pogorzelskaja [26].

Przeprowadzone badania zawartości potasu w runi pastwiskowej wskazują również, że użytki zielone należy nawozić potasem z ostrożnością, gdyż może on gromadzić się w roślinach w nadmiernej ilości w związkach łatwo rozpuszczalnych. Aby ograniczyć proces kumulowania potasu w runi, należałoby nawożenie potasem — podobnie jak azotem — dzielić na kilka dawek oraz ograniczać je w okresie wiosennym.

WNIOSKI

1. Zastosowanie intensywnego nawożenia mineralnego zwiększyło koncentrację potasu w roślinach, które pobierały go w nadmiernej ilości. Najzasobniejsza w potas była ruń pastwiskowa na początku i na końcu sezonu wegetacyjnego.

2. Nawożenie mineralne zwiększyło zawartość łatwo rozpuszczalnych form potasu w roślinach, lecz procentowy udział ich w stosunku do zawartości ogółem nie uległ większym zmianom. Za pomocą kwasu octowego wyekstrahowano ponad 90% potasu, a wody destylowanej ponad 70 procent.

3. Zastosowanie mikroelementów i magnezu nie wpłynęło w większym stopniu na zawartość form potasu w runi pastwiskowej.

4. Nawożenie mineralne zwiększyło pobranie potasu przez ruń pastwiskową, przy czym było ono większe w latach obfitych w opady atmosferyczne (1970 i 1972).

5. Pod wpływem nawożenia mineralnego zwiększyła się w glebach zawartość wszystkich badanych form potasu. Nawożenie mineralne uruchomiło trudno dostępne formy potasu w glebie.

LITERATURA

1. Andrejew N. G., Gumanjuk A. A., Afanasjew R. A.: Opyt efektiwnogo udobrenija orosajemnych pastbiszcz., Dokł. Wses. Akad. Siel.-Choz. Nauk, 3, 1971.
2. Baumeister W.: Hauptnährstoffe. Handbuch der Pflanzenphysiologie, 4, Berlin 1958.
3. Cąkała S.: Toksyczność pasz z użytków zielonych intensywnie nawożonych azotem dla zwierząt gospodarskich, Wiad. melior. łąk, 7, 1971.
4. Doboszyński L.: Wyniki kilku doświadczeń ze stosowaniem wzrastających dawek azotu na pastwiskach, Materiały seminaryjne nr 9, IMUZ Falenty, 1972.
5. Doboszyński L.: Zależność w działaniu silnie zróżnicowanych dawek nawozów mineralnych NPK na plony łąk, Praca habilitacyjna, IMUZ Falenty.

6. Filipek J.: Wplyw czestotliwosci koszenia na zagesczenie, wydajnosc i wartosc pastwna runi lakowej, *Nowe Rol.* 9, 1970.
7. Frackowiak J.: Racjonalne nawozenie mineralne pastwisk srodkiem przeciwdzialania skutkom suszy, *Nowe Rol.* 19, 1970.
8. Gaweda H., Ralska M.: Rola ziol w zaopatrzeniu zwierzat w skladniki mineralne i elementy sladowe, *Rocz. Nauk roln.*, B, 85, 1, 1965.
9. Gaweda H., Ralska M.: Rola ziol w zaopatrzeniu zwierzat w skladniki i elementy sladowe, *Rocz. Nauk roln.*, B, 86, 4, 1965.
10. Inoziemcew S. J.: K woprosu o formach sojedinenija kalja w rastienijach, *Izd. Res. Weget. Opyt. i Lab. Rab.* 15, 1930.
11. Karaś J.: Zawartosc skladnikow mineralnych w sianie lakowym i poroście pastwiskowym, *Post. Nauk roln.*, 1, 1970.
12. Kępka M.: Wplyw warunkow srodowiska na zawartosc potasu w roslinie, *Post. Nauk roln.*, 5, 1969.
13. Kniga M. J., Kinga N. M.: Dinamika nakoplenija kukuruzoj kalia i azotistych wieszczestw w zawisimosti od udobrenija poczw., *Dokł. Wses. Akad. Siel.-Choz. Nauk*, 5, 1969.
14. Koter M., Krauze A.: Wplyw intensywnego nawozenia uzytkow zielonych na plonowanie i wartosc pokarmowa roslin, cz. I. Wplyw nawozenia pastwiska na plonowanie i wykorzystanie azotu. *Zesz. probl. Post. Nauk roln.* z. 210, 1978.
15. Kowalczyk S.: Nawozenie potasem ziemniakow i zyta na podstawie analizy rosliny i gleby. *Praca doktorska, WSR Olsztyn*, 1969.
16. Makela A.: On the water — solubility of plant minerals, *Maatoloust. Aikakoust.* 39, 3, 1967.
17. Moraczewski R., Kopszak E.: Zmiany w zawartosci wlokna surowego, bialka ogolnego i skladnikow mineralnych w niektorych roslinach pastwnych zaleznie od ich fazy rozwojowej. *Zesz. nauk SGGW*, 11, 1968.
18. Nowak M.: Wplyw intensywnego nawozenia azotowego na zawartosc niektorych skladnikow mineralnych w sianach, *Wiad. melior. lak*, 11, 1971.
19. Nowak M.: Intensywne nawozenie pastwisk azotem na podstawie 10-letniego doswiadczenia na lakach Jaktorowskich, *Materiały seminaryjne nr 10, IMUZ Falenty*, 1973.
20. Nowosielski O.: Metody oznaczania potrzeb nawozenia, *PWRiL, Warszawa*, 1968.
21. Nowotny-Mieczynska A.: Fizjologia mineralnego zywienia roslin, *PWRiL, Warszawa*, 1967.
22. Ostrowski R.: Wplyw nawozenia magnezem, sodem i wapniem na plonowanie pastwiska i zawartosc niektorych skladnikow mineralnych w runi., *Rocz. Nauk roln.*, seria F, 78. 4. 1974.
23. Parfianowicz A., Ostrowski R.: Przemienne nawozenie lak obornikiem z nawozami mineralnymi, *Nowe Rol.* 19, 1970.
24. Praca zbiorowa: *Agrochimizeskije metody issledowanija poczw*, Nauka, Moskwa, 1975.
25. Puszkariw M.: Wplyw nawozow mineralnych na organizmy zwierzat gospodarskich., *Miedzyn. Czas. Roln.*, 4, 1970.
26. Rudenko E. W., Pogorzelskaja L. B.: Wlijanije razlicznych doz kalijno fosfornych udobrenij na pastbyszcznuju produktiwnost lisochwosta lugowego, *Melior. Ispolz., Osuszcz. Zemel.*, 15, 1970.
27. Rybak M.: Wplyw wysokich dawek azotu na wydajnosc pastwisk oraz produktywnosc bydla., *Materiały seminaryjne nr 10, IMUZ Falenty*, 1973.

28. Salvadori C.: Der Einfluss der Wiesendüngung mit Phosphorsäure, Kali und Kalk auf den Mineralstoffgehalt des Futters die Bodenreaktion sowie den Phosphat und Kaligehalt des Bodens., Z. Acker u. Pfl.-Bau, 2, 1964.
29. T'Hart M. L.: Influence of Potassium Fertilizer on Animal Production from Pasture., Rep. „Potassium Symposium”, Int. Potasch. Inst., Berno, 1957.

Г. Новак

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОГО УДОБРЕНИЯ ТРАВЯНЫХ УГОДИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КОРМОВУЮ ЦЕННОСТЬ РАСТЕНИЙ
СОДЕРЖАНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ КАЛИЯ В ТРАВСТОЕ И ПОЧВЕ ИНТЕНСИВНО
УДОБРЯЕМОГО ПАСТБИЩА

Резюме

В трехлетнем производственном опыте исследовали влияние интенсивного минерального удобрения пастбища на содержание разных форм калия в травостое и почве. Применяли следующее удобрение (по Котеру и Краузе — 14):

$N_{120}P_{70}K_{90}$

$N_{240}P_{140}K_{180}$

$N_{480}P_{280}K_{360}$

$N_{480}P_{280}K_{360} + Mg, B, Mn, Cu, Zn, Co.$

Под влиянием интенсивного удобрения повышалось содержание калия в почве и растениях, которые усваивали его в чрезмерных количествах (3,8-5,4% K_2O). Самое высокое содержание калия было установлено в пастбищном травостое в начале и конце вегетационного периода. Удобрение повышало содержание легкого растворимых форм калия в растениях, однако их процентное участие по отношению к общему калию не показывало более значительных изменений. С помощью уксусной кислоты экстрагировали около 90% калия, а с помощью дистиллированной воды — около 70%.

Применение микроэлементов и магния не оказывало более существенного влияния на содержание разных форм калия в травостое. Минеральное удобрение мобилизовало трудно усвояемые формы калия в почве.

G. Nowak

INFLUENCE OF INTENSIVE FERTILIZATION OF GRASSLANDS
ON YIELDING AND FODDER VALUE OF PLANTS

THE CONTENT OF VARIOUS POTASSIUM FORMS IN THE GRASSLAND
SWARD AND SOIL OF AN INTENSIVELY FERTILIZED PASTURE

Summary

In a three-year production experiment the effect of intensive mineral fertilization applied on a pasture on the content of various potassium forms in the sward and soil was studied. The following fertilization was applied (after Koter and Krauze — 14):

$N_{120}P_{70}K_{90}$ $N_{240}P_{140}K_{180}$ $N_{480}P_{280}K_{360}$ $N_{480}P_{280}K_{360} + G, B, Mn, Cu, Zn \text{ and } Co.$

Under the intensive fertilization effect an increase of the potassium content in plants, by which this element was taken up in excessive amounts (3.8-5.4% of K_2O), took place. The most abundant in potassium was the pasture sward at the beginning and the end of the growing season. The fertilization resulted in an increase of the content of readily soluble potassium forms in plants, but their percentage in relation to the total potassium content did not undergo any significant changes. About 90% of potassium were extracted by acetic acid and about 70% by distilled water. The application of trace elements and magnesium did not affect significantly the content of various potassium forms in the sward. The mineral fertilization mobilized hardly available potassium forms in the soil.