

WPLYW STOSOWANIA RÓŻNYCH NAWOZÓW POTASOWYCH NA PLONY I JAKOŚĆ ROŚLIN

Wojciech Stępień, Beata Rutkowska, Wiesław Szulc

Katedra Nauk o Środowisku Glebowym,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Wstęp

Średnio w Polsce 47% gleb zalicza się do ubogich w potas przyswajalny, czyli pilnie wymagających poprawy zasobności w ten składnik. Obecnie do gleby w Polsce wprowadza się ok. 50 kg K·ha⁻¹, tymczasem średnie pobranie przez rośliny wynosi około 72 kg K·ha⁻¹. Dlatego też bilans potasu w polskim rolnictwie jest ujemny i wynosi średnio około -22 kg K·ha⁻¹ natomiast jego zróżnicowanie waha się od -9,4 kg K·ha⁻¹ w województwie mazowieckim do -44,3 kg K·ha⁻¹ w województwie dolnośląskim. Aktualny poziom nawożenia potasem przyczynia się do obniżania zasobności gleb Polskich w przyswajalne formy tego składnika [LIPIŃSKI, WALENDZIUK 2005]. Spośród wszystkich składników pokarmowych potas, na równi z azotem, występuje w roślinach w największych ilościach od 20 do 50 g K·kg⁻¹ suchej masy. Przy dobrym zaopatrzeniu roślin w potas ułatwiony jest przepływ wody przez komórki korzenia i jej transport w wiązkach przewodzących. Potas odgrywa zasadniczą rolę w otwieraniu i zamykaniu aparatów szparkowych w liściach. Według obecnych badań ponad 60 różnych reakcji enzymatycznych jest aktywowanych przez jon potasowy. Potas jest jednym z głównych składników decydujących o wielkości i jakości plonów roślin.

Celem pracy była ocena wpływu dwóch form nawozu potasowego (chlorkowej i siarczanowej) na wielkość plonów roślin i ich jakość.

Materiał i metody

Badania zostały przeprowadzone w oparciu o statystyczne doświadczenie nawozowe prowadzone w Stacji Doświadczalnej Wydziału Rolnictwa i Biologii SGGW w Skierniewicach. Gleba pola doświadczalnego jest pochodzenia lodowcowego, moreny dennej typu płowego. W warstwie ornej występuje piasek gliniasty, a glina lekka zalega na głębokości poniżej 50 cm. Gleba zawiera w poszczególnych poziomach genetycznych następujące ilości części spławialnych: Ap (0-25 cm) - 17%, Eet (26-45 cm) - 12%, Bt (46-70 cm) - 25%. Należy ona do klasy bonitacyjnej IVa. Zawartość potasu przyswajalnego, w zależności od zastosowanego nawożenia wahała się w przedziale od 35 do 118,9 mg K·kg⁻¹.

Doświadczenie prowadzone jest od 1923 roku w płodozmianie pięciopolowym, w następującym układzie: ziemniaki, jęczmień jary, koniczyna czerwona, pszenica, żyto. Na polu tym stosowano trzy różne nawozy potasowe (sól potasowa, siarczan potasu i

kalimagnezja). Wszystkie nawozy potasowe wnoszono w dawce równej $91 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nawożenie fosforem stosowano w dawce $26 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ w postaci superfosfatu pojedynczego, a azotem w dawce $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w postaci saletry amonowej. Wapnowanie stosowano co 4 lata według pojedynczej kwasowości hydrolitycznej. Próbkę roślinną do analiz pobierano w 2006 roku. Po wysuszeniu i zmieleniu zmineralizowano je w mieszaninie kwasów HNO_3 , HClO_4 w stosunku wagowym 5 : 2, a następnie oznaczono w nich ogólne zawartości makroskładników (K, Na, Mg, Ca) metodą ASA na aparacie firmy ThermoElementar w obecności materiału referencyjnego.

Wyniki badań i dyskusja

Nie stwierdzono wpływu nawożenia potasem na wielkość plonów jęczmienia jarego. Natomiast plony koniczyny czerwonej i ziemniaków zwiększały się istotnie pod wpływem nawożenia potasowego. Nawożenie potasem najsilniej wpłynęło na plonowanie ziemniaków (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Wpływ formy nawozu potasowego na plon roślin ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Effect the form of potassium fertilization on plant yield ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Nawożenie Fertilization	Roślina; Plant		
	jęczmień jary spring barley	koniczyna czerwona red clover	ziemniaki potatoes
CaPN - Ko	2,25	12,90	14,95
KCl	3,31	18,28	22,55
K_2SO_4	3,27	20,92	22,70
$\text{K}_2\text{SO}_4\cdot\text{MgSO}_4$	3,44	18,79	23,20
$\text{NIR}_{0,05}$; $\text{LSD}_{0,05}$	r.n.; n.s.	1,38	1,16

Istotny wpływ nawożenia potasem na plonowanie roślin potwierdzony został również w badaniach innych autorów [ZALEWSKA 1995; STĘPIEŃ i in. 2005]. W przypadku ziemniaków po zastosowaniu kalimagnezji obserwowano zwiększenie plonu o $8,25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w stosunku do obiektu kontrolnego (CaPN). Jednocześnie w obiektach, w których stosowano formę siarczanową (siarczan potasu, kalimagnezja) plony badanych roślin były nieznacznie większe od plonów uzyskiwanych z obiektów nawożonych solą potasową (tab. 1). Wielu autorów zwraca uwagę, że w nawożeniu potasem istotną rolę odgrywa również forma zastosowanego nawozu. Większe plony roślin uzyskuje się zazwyczaj na obiektach nawożonych formą siarczanową w porównaniu do formy chlorkowej [VASILIEV, NIKOLOVA 2005; STĘPIEŃ i in. 2005].

Nawożenie potasem wpłynęło na zróżnicowanie zawartości poszczególnych składników w badanych roślinach. Pod wpływem nawożenia potasem obserwowano zwiększenie, w stosunku do obiektu kontrolnego (CaPN), zawartości potasu we wszystkich badanych roślinach, a także zwiększenie zawartości sodu w ziemniakach i koniczynie czerwonej (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Zawartość K, Mg, Ca, Na oraz równoważnikowy stosunek K : (Ca+Mg)

w suchej masie roślin

The content of K, Mg, C, Na and the ratio K : (Ca+Mg) in dry matter of plants

Roślina Plant	Nawożenie Fertilization	g·kg ⁻¹ s.m.; DM				K : (Ca+Mg)
		K	Mg	Ca	Na	
Jęczmień ziarno Spring barley Grain	CaPN - Ko	3,8	1,6	0,5	0,22	0,6
	KCl	5,0	1,4	0,6	0,18	0,9
	K ₂ SO ₄	5,2	1,5	0,5	0,17	0,9
	K ₂ SO ₄ :MgSO ₄	5,3	1,8	0,5	0,19	0,8
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}		0,56	0,23	0,16	0,08	0,06
Jęczmień słoma Spring barley Straw	CaPN - Ko	7,5	2,0	3,9	1,26	0,5
	KCl	10,1	1,9	3,6	0,89	0,8
	K ₂ SO ₄	9,8	1,8	3,5	0,63	0,8
	K ₂ SO ₄ :MgSO ₄	10,4	2,1	3,4	0,85	0,8
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}		1,15	0,21	0,48	0,71	0,04
Ziemniaki Potatoes	CaPN - Ko	14,2	2,3	1,3	0,59	1,4
	KCl	17,9	2,1	1,2	0,66	2,0
	K ₂ SO ₄	18,7	2,0	1,3	0,60	2,0
	K ₂ SO ₄ :MgSO ₄	17,3	2,6	1,3	0,73	1,6
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}		1,31	0,22	0,09	0,31	0,06
Koniczyna czerwona Red clover	CaPN - Ko	16,6	3,1	14,2	0,70	0,4
	KCl	20,5	3,0	11,2	0,79	0,6
	K ₂ SO ₄	19,4	2,9	12,1	0,71	0,6
	K ₂ SO ₄ :MgSO ₄	20,2	3,5	11,4	0,78	0,6
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}		1,03	0,40	0,81	0,13	0,05

Nawożenie potasem przyczyniało się do zmniejszenia, w stosunku do obiektu kontrolnego, zawartości sodu w ziarnie oraz słomie jęczmienia jarego. Za wyjątkiem ziarna jęczmienia jarego zawartość wapnia w roślinach była największa w obiektach nienawożonych potasem i zmniejszyła się pod wpływem nawożenia tym pierwiastkiem. We wszystkich badanych roślinach zawartość magnezu, w stosunku do obiektu kontrolnego, zmniejszała się pod wpływem nawożenia solą potasową oraz siarczanem potasu. W roślinach nawożonych kalimagnezją zawartość magnezu była największa (tab. 2). Niższa zawartość magnezu na obiektach nawożonych potasem w stosunku do kontroli może wskazywać na antagonistyczny wpływ potasu na pobieranie magnezu, na co wskazują również badania STĘPIEŃ i in. [2001].

Analizując wpływ poszczególnych nawozów potasowych na skład chemiczny badanych roślin stwierdzono, że największą zawartością potasu, magnezu oraz sodu charakteryzowały się rośliny nawożone kalimagnezją. Najmniejsze ilości tych pierwiastków stwierdzono w roślinach nawożonych siarczanem potasu. Forma nawozu potasowego nie wpływała na istotne zmiany zawartości wapnia w badanych roślinach (tab. 2). Wielu autorów potwierdza uzyskane zależności wskazujące, że pod wpływem zróżnicowanego nawożenia potasem oraz potasem i magnezem łatwiej uzyskuje się zmiany zawartości potasu w roślinach niż magnezu, którego zawartość w suchej masie roślin nie zwiększa się istotnie pod wpływem nawożenia tym pierwiastkiem [ZALEWSKA 1995; SADEJ, MAZUR 2001].

Równoważnikowy stosunek K : (Ca+Mg) w badanych roślinach ulegał niewielkiemu zróżnicowaniu pod wpływem stosowanego nawożenia. Stosunek ten był najszerzy w bulwach ziemniaków i wahał się w granicach od 2,0 : 1. Najwyższym stosunkiem K : (Ca+Mg) charakteryzowała się koniczyna czerwona (0,4-0,6 :

1). Natomiast w ziarnie i słomie jęczmienia jarego równoważnikowy stosunek K : (Ca+Mg) wahał się w granicach 0,5-0,9 : 1 (tab. 2). Nawożenie potasem rozszerzało równoważnikowy stosunek potasu do sumy wapnia i magnezu w słomie jęczmienia jarego i koniczynie czerwonej, nie wpływało natomiast na stosunek K : (Ca+Mg) w ziarnie jęczmienia jarego i ziemniakach. Jedynie w ziemniakach nawożonych kalimagnezją stwierdzono zawężenie stosunku K : (Ca+Mg) w porównaniu do roślin nawożonych solą potasową oraz siarczanem potasu (tab. 2). We wszystkich obiektach stosunek ten nie przekraczał wartości dopuszczalnej w paszy dla przeżuwaczy czyli 2,2 : 1.

Pod wpływem nawożenia potasem badane rośliny reagowały zwiększonym pobraniem tego pierwiastka w stosunku do obiektu kontrolnego CaPN (tab. 3). Największe pobranie potasu stwierdzano na obiektach nawożonych siarczanem potasu w przypadku ziemniaków i koniczyny czerwonej lub na obiekcie nawozowym z kalimagnezją w przypadku jęczmienia jarego. Średnie pobranie potasu w płodozmianie przez poszczególne rośliny ze względu na wysoką zasobność formy przyswajalnej tego pierwiastka w glebie było stosunkowo niskie i wynosiło odpowiednio dla ziemniaków 41%, dla jęczmienia jarego 19% oraz dla koniczyny czerwonej 37%. Wykorzystanie potasu z nawozów jest bardzo zmienne i według różnych badań w zależności od zasobności gleby waha się w szerokich granicach 20-78% [SADEJ, MAZUR 2001; TRAWCZYŃSKI 2005].

Tabela 3; Table 3

Wpływ formy i sposobu nawożenia nawozami potasowymi na pobranie i wykorzystanie potasu przez rośliny

Effects of the form and mode of application of potassium fertilizers on potassium uptake and utilization by plants

Roślina; Plant	Nawożenie Fertilization	Pobranie K przez rośliny Uptake of potassium by plants (kg·ha ⁻¹)	Wykorzystanie K z nawozów Utilization of K from fertilizers (%)	
				średnia mean
Ziemniaki Potatoes	CaPN - Ko	42,0		41
	KCl	80,7	42	
	K ₂ SO ₄	78,2	40	
	K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄	80,2	42	
Jęczmień jary Spring barley	CaPN - Ko	16,9		19
	KCl	32,6	17	
	K ₂ SO ₄	32,9	18	
	K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄	36,0	21	
Koniczyna czerwona Red clover	CaPN - Ko	48,3		37
	KCl	78,3	33	
	K ₂ SO ₄	87,5	43	
	K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄	81,0	36	

Wnioski

1. Plony jęczmienia, koniczyny czerwonej i ziemniaków uzależnione były od formy nawozu potasowego. Najwyższe plony jęczmienia i ziemniaków otrzymano na obiektach nawożonych kalimagnezją, a koniczyny czerwonej siarczanem potasu.
2. Nawożenie potasem zwiększyło zawartość potasu w suchej masie badanych

- roślin. Największy wzrost zawartości tego pierwiastka otrzymano dla koniczyny czerwonej nawożonej kalimagnezją. Forma zastosowanego nawozu nie wpływała na zawartość potasu w większości badanych roślin.
3. Po wpływie nawożenia potasem w formie chlorkowej i siarczanowej obserwowano niewielkie zmniejszenie zawartości wapnia i magnezu w badanych roślinach. Nawożenie kalimagnezją powodowało wzrost zawartości magnezu we wszystkich roślinach w stosunku do obiektu kontrolnego.
 4. Stosunek równoważnikowy K : (Ca+Mg) zależał bardziej od gatunku rośliny niż od nawożenia potasem i formy nawozów potasowych. Najszerszy stosunek otrzymano w bulwach ziemniaków (1,6-2,0), a najwęższy w przypadku koniczyny czerwonej (0,4-0,6).
 5. Największe wykorzystanie potasu stwierdzono w przypadku ziemniaków (41%), a najmniejsze dla jęczmienia jarego (19%). Stosunkowo niskie wykorzystanie potasu spowodowane było wysoką zasobnością gleby w ten pierwiastek.

Literatura

- LIPIŃSKI W., WALENDZIUK M. 2005. *Potas przyswajalny w glebach Polski*. Nawozy i Nawożenie 3(24): 182-188.
- SĄDEJ W., MAZUR T. 2001. *Wpływ 29-letniego nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość potasu i magnezu w roślinach oraz ich bilans w glebie płowej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 480: 317-327.
- STĘPIEŃ W., MERCIK S., SOSULSKI T. 2005. *Wpływ formy nawozu potasowego i sposobu nawożenia na plon i jakość roślin*. Nawozy i Nawożenie 3(24): 401-407.
- STĘPIEŃ W., MERCIK S., SOSULSKI S. 2001. *Ocena zależności między zawartością różnych form potasu w glebie a działaniem nawozów potasowych na plon roślin*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 480: 131-139.
- TRAWCZYŃSKI C. 2005. *Wykorzystanie potasu przez ziemniak w warunkach zróżnicowanego nawożenia*. Fragmenta Agronomica 85: 591-599.
- VASILIEV I., NIKOLOVA M. 2005. *Influence of different potassium forms on the yield and quality of potatoes*. Nawozy i Nawożenie 3(24): 423-426.
- ZALEWSKA M. 1995. *Wpływ nawożenia potasem i magnezem na skład chemiczny roślin*. Acta Acad. Aricult. Tech. Olst. Agricult. 61: 167-175.

Słowa kluczowe: formy potasu, nawożenie, jakość roślin

Streszczenie

W oparciu o trwałe doświadczenie nawozowe prowadzone na glebie lekkiej dokonano oceny wpływu stosowania potasu w formie chlorkowej i siarczanowej na plony roślin i ich jakość. Korzystniej na plonowanie badanych roślin wpływało stosowanie potasu w formie siarczanowej niż chlorkowej. Pod wpływem nawożenia potasem (zarówno w formie KCl jak i K₂SO₄) stwierdzono wzrost zawartości tego składnika oraz zmniejszenie zawartości wapnia i magnezu w suchej masie roślin. Znalazło to swoje odzwierciedlenie w równoważnikowym stosunku K : (Ca+Mg), który rozszerzał się pod wpływem nawożenia potasowego. Jednak niezależnie od stosowanej

formy nawozu stosunek ten nie przekraczał wartości dopuszczalnej w paszy dla przeżuwaczy czyli 2,2 : 1. Wykorzystanie potasu z nawozów było niewielkie i wynosiło średnio 19% w przypadku jęczmienia jarego, 37% w przypadku koniczyny czerwonej i 41% w przypadku ziemniaków. Nieznacznie większe wykorzystanie tego składnika stwierdzono przy stosowaniu potasu w formie siarczanowej niż chlorkowej.

EFFECT OF DIFFERENT POTASSIUM FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY OF PLANTS

Wojciech Stępień, Beata Rutkowska, Wiesław Szulc

Department of Agricultural Chemistry, University of Life Science, Warszawa

Key words: forms of potassium, fertilization, yield quality

Summary

The effects of application of chloride and sulphate forms of potassium on the yield and quality of plants were tested under conditions of long-term fertilization experiments carried out on sandy soils. The application of potassium in the sulphate form had better effects on the yield than application of the potassium chloride form. Fertilization with potassium (both as KCl and K₂SO₄) showed plants an increase of the content of potassium in dry mass of plants as well as a decrease of the content of magnesium and calcium. It was reflected in the values of the equivalent ratio K : (Ca+Mg) which grew when potassium fertilizer was applied. However, irrespective of the form of potassium in the applied fertilizer, the equivalent ratio K : (Ca+Mg) did not exceed the threshold value for ruminant pasture, which is 2.2 : 1. The utilization of potassium from the applied fertilizers was not high and on average it amounted to 19% for spring barley, 37% for red clover and 41% for potatoes. The utilization of potassium when applied as sulphate was somewhat higher than when it was applied as chloride.

Dr inż. Wojciech **Stępień**

Katedra Nauk o Środowisku Glebowym

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

ul. Nowoursynowska 159

02-776 WARSZAWA

e-mail: wojciech_stepien@sggw.pl