

Wiesław BEDNAREK

**Potas w glebie i kupkówce pospolitej (*Dactylis glomerata* L.)
nawożonej zróżnicowanymi dawkami nawozów mineralnych**

Potassium in the Soil and in Ordinary Cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) Fertilized with the Differentiated Doses of Mineral Fertilizers

Import nawozów potasowych z zagranicy oraz ich stosunkowo wysoka cena powinny zachęcać rolników do racjonalnego i wręcz oszczędnego gospodarowania tymi nawozami (4, 16, 18, 24). Do tego potrzebna jest znajomość zasobności gleby w dostępne dla roślin formy potasu (4, 5, 13, 14, 16, 18, 19, 23, 24), przede wszystkim oznaczane w roztworze 1 mol $\text{CH}_3\text{COONH}_4 \text{ dm}^{-3}$ o $\text{pH} = 7$ i wg metody Egnera-Riehma. Bardzo ważna jest również znajomość zawartości tego składnika w roślinach, zwłaszcza wówczas, jeżeli są one przeznaczone na paszę dla zwierząt (2, 3, 6, 7, 9-12, 14, 15, 18, 20-22, 24). Rośliny są też często doskonałymi wskaźnikami zasobności gleby w dostępne formy tego składnika (16).

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego na występowanie w glebie brunatnej wytworzonej z lessu dostępnych form potasu oraz pobranie tego składnika przez kupkówkę pospolitą.

METODYKA

Badania przeprowadzono opierając się na ścisłym doświadczeniu polowym założonym w RZD Elizówka, na glebie brunatnej wytworzonej z lessu (1989-1989). Cechowała się ona pH KCl - 4,9 oraz zawierała 7,7 mg P/100 g, 18,7 mg K/100 g, 4,4 mg Mg/100 g, 0,54 mmol K^+ /100 g gleby, 1,18% próchnicy, 30% cząstek spławialnych, 58% pyłowych i 12% frakcji piasku. Rośliną testową uprawianą przez trzy kolejne lata była kupkówka pospolita odmiany Motyka. Schemat eksperymentu obejmował następujące obiekty nawozowe:

$$\left. \begin{array}{l} N_1 \\ N_2 \\ N_3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \end{array} \right\} P_1 \quad \left. \begin{array}{l} N_1 \\ N_2 \\ N_3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \end{array} \right\} P_2 \quad \left. \begin{array}{l} N_1 \\ N_2 \\ N_3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \end{array} \right\} P_3$$

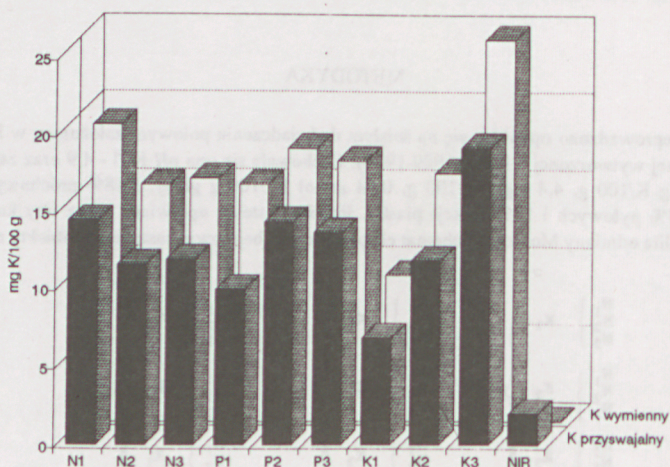
Powierzchnia jednego poletka wynosiła 50 m^2 , do zbioru - 36 m^2 . Zastosowano następujące dawki nawozów mineralnych: N_1 - 120 kg N ha^{-1} , N_2 - 240 kg N ha^{-1} , N_3 - 360 kg N kg^{-1} (saletra amonowa), P_1 - $34,9 \text{ kg P ha}^{-1}$, P_2 - $69,8 \text{ kg P ha}^{-1}$, P_3 - $104,7 \text{ kg P ha}^{-1}$ (superfosfat potrójny granulowany); K_1 - 83 kg K ha^{-1} , K_2 - 166 kg K ha^{-1} , K_3 - 249 kg K ha^{-1} (sól potasowa zawierająca 47,3% K). Całą dawkę fosforu i pół dawki potasu stosowano przedsięwzięcie oraz w każdym roku po zbiorze trzeciego pokosu. Pozostałą część potasu wysiewano po pierwszym odroście. Nawozy azotowe stosowano w trzech równych częściach - wcześniej wiosną oraz po pierwszym i drugim zbiorze. Zawartość K w materiale roślinnym oznaczano metodą fotometrii płomieniowej, w glebie (warstwa orna) potas przyswajalny metodą Egnera-Riehma, a K wymienny w $1 \text{ mol CH}_3\text{COONH}_4 \text{ dm}^{-3}$ o $\text{pH} = 7$.

W tabelach i na rycinach zamieszczono wartości średnie z trzech pokosów i trzech lat prowadzenia doświadczeń oraz jedynie istotne półprzedziały ufnosci. Obliczono również zależności występujące pomiędzy oznaczanymi formami potasu w glebie a wskaźnikami roślinnymi (plon, zawartość % K w częściach nadziemnych i korzeniach, pobranie potasu). Analizę wpływu nawożenia mineralnego na plonowanie kupkówki pospolitej przedstawiono we wcześniejszej publikacji (1).

WYNIKI BADAŃ

Analiza wyników przedstawionych w tab. 1 i na ryc. 1 wykazuje, że zastosowane w doświadczeniu nawożenie mineralne (N, P, K) wpływało istotnie na zmiany zawartości potasu przyswajalnego w glebie. Wzrastające nawożenie potasem (oraz fosforem) powodowało statystycznie udowodniony wzrost, a azotem spadek ilości tego składnika. Największe zmiany w zawartości potasu przyswajalnego wywołały zwiększane dawki soli potasowej (zasobność gleby w ten składnik wzrosła wówczas z niskiej do wysokiej). Ilość potasu wymiennego wzrastała wówczas również istotnie (tab. 1, ryc. 1). Zawartość potasu przyswajalnego zmniejszała się istotnie po zbiorze kolejnego pokosu kupkówki oraz w kolejnym roku prowadzenia badań (tab. 3).

Zawartość dostępnych form potasu w glebie zwiększała się pod wpływem nawożenia tym składnikiem, z reguły proporcjonalnie do zastosowanej dawki (4, 5, 8, 13, 16, 19, 23, 24). Wzrost ten był szczególnie wyraźny w warstwie ornej i zmniejszał się w warstwach głębszych (5, 16, 19, 23, 24). Jednocześnie stwierdzono, że pobranie potasu przez kolejny plon roślin oraz wymycie w głąb profilu glebowego mogło



Ryc. 1. Zawartość dostępnych form potasu w glebie (mg K/100 g)

The content of available forms of potassium in the soil (mg K/100 g)

prowadzić do zauważalnego zmniejszenia jego ilości, nawet o 25-42 mg K kg⁻¹ w stosunku do gleby wyjściowej i po piętnastu latach prowadzenia badań (4), szczególnie w obiektach z dużymi dawkami azotu (4, 5).

Zawartość potasu w częściach nadziemnych kupkówki wzrastała istotnie pod wpływem nawożenia tym składnikiem oraz nieznacznie zmniejszała się na skutek zastosowania wzrastających dawek azotu (wystąpiło tzw. zjawisko rozcieńczenia ilości potasu w plonie). Nie zależała w sposób regularny od nawożenia fosforem (tab. 2, ryc. 2). Zawartość potasu w korzeniach utrzymywała się na kilkakrotnie niższym poziomie niż w częściach nadziemnych. Wzrastające nawożenie azotem przyczyniło się do istotnego zmniejszenia, a potasem do zwiększenia ilości tego składnika. Fosfor nie oddziałował jednokierunkowo na zawartość potasu (tab. 2, ryc. 2). Największa ilość potasu wystąpiła

Tab. 1. Zawartość dostępnych form potasu w glebie
The content of available forms of potassium in the soil

Nawo- żenie	P ₁			P ₂			P ₃			NIR p=0,05
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	
potas przyswajalny, mg K 100 g ⁻¹										
N ₁	5,77	10,60	19,59	8,62	18,57	21,91	10,06	14,40	20,44	N, P, K-1,07 PK - 2,45
N ₂	4,61	6,68	15,34	6,83	11,87	19,61	7,43	11,02	20,66	
N ₃	4,37	7,36	14,89	6,90	13,41	21,34	7,08	12,90	19,11	
potas wymienny, mmol(+) 100 g ⁻¹										
N ₁	0,23	0,48	0,69	0,30	0,59	0,69	0,30	0,45	0,71	N, P, K-0,03 NK - 0,08 NPK - 0,15
N ₂	0,21	0,29	0,46	0,23	0,36	0,58	0,26	0,33	0,64	
N ₃	0,22	0,30	0,56	0,23	0,42	0,68	0,21	0,42	0,57	

Tab. 2. Zawartość i pobranie potasu przez kupkówkę pospolitą
The content and uptake of potassium in ordinary cocksfoot

Nawożenie	P ₁			P ₂			P ₃			NIR p=0,05
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	
części nadziemne, (% K w s.m.)										
N ₁	3,06	3,44	3,57	3,26	3,50	3,52	3,17	3,40	3,47	P, K - 0,13 NK - 0,31
N ₂	2,55	3,33	3,66	2,97	3,58	3,75	2,74	3,45	3,64	
N ₃	2,44	3,32	3,57	2,86	3,49	3,86	2,67	3,37	3,63	
korzenie (% K w s.m.)										
N ₁	0,40	0,44	0,46	0,43	0,47	0,49	0,44	0,47	0,46	NPK - 0,05
N ₂	0,29	0,41	0,48	0,37	0,45	0,46	0,33	0,42	0,48	
N ₃	0,28	0,35	0,41	0,37	0,44	0,48	0,32	0,42	0,46	
pobranie (kg K z ha)										
N ₁	116	124	133	123	132	131	115	133	142	N, K - 9,8 N - 22,6
N ₂	118	161	175	134	168	176	129	169	186	
N ₃	121	166	181	135	168	194	129	169	189	

Tab. 3. Zawartość potasu w glebie i roślinie oraz pobranie tego składnika przez kupkóvkę pospolitą w okresie trzech lat prowadzenia doświadczeń

The content of potassium in the soil and in the plant and the uptake of this element by ordinary cocksfoot in the three-year-period of the experiments

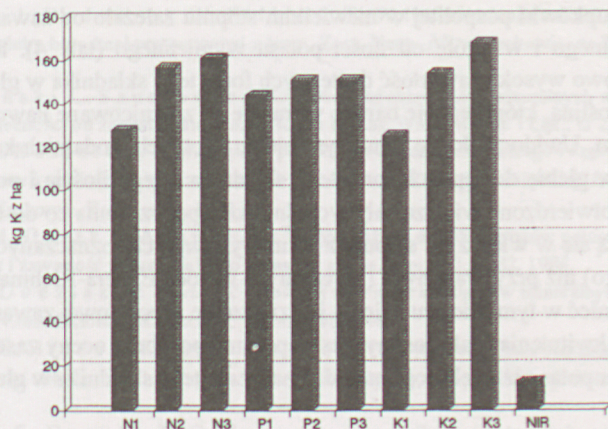
Wyszczególnienie	K przyswajalny	K wymienny	Cz. nadziemne	Korzenie	Pobranie kg K z ha
	mg 100 g ⁻¹	mmol (+) 100 g-1	%K		
pokosy					
I	14,53	0,41	3,48	0,39	170,4
II	12,69	0,46	3,20	0,45	145,1
III	10,71	0,41	3,24	0,42	131,3
NIR p = 0,05	0,02	0,001	0,03	0,0001	1,2
lata					
1987	14,80	0,44	3,64	0,49	128,4
1988	12,89	0,46	3,37	0,41	166,3
1989	10,24	0,38	2,91	0,36	152,0
NIR p = 0,05	0,02	0,001	0,03	0,0001	1,2



Ryc. 2. Zawartość potasu w kupkóvkę pospolitej (% K w s.m.)
The content of potassium in ordinary cocksfoot (% K in dry mass)

w częściach nadziemnych pierwszego pokosu oraz w korzeniach pochodzących z drugiego i trzeciego zbioru. W kolejnych latach badań ilość tego składnika w roślinie zmniejszała się istotnie (tab. 3).

Zawartość potasu w suchej masie roślin przeznaczonych na paszę dla zwierząt nie powinna przekraczać 2,1% K (2, 4, 9, 16, 17, 20, 21). W przeprowadzonych badaniach była znacznie wyższa, co było spowodowane intensywnym nawożeniem mineralnym,



Ryc. 3. Pobranie potasu przez kupkówkę pospolitą (kg K z ha)
The uptake of potassium by rouge cock's foot (mg K from 1 ha)

Tab. 4. Zależność plonowania, zawartości w roślinie oraz pobrania potasu przez kupkówkę pospolitą od występowania w glebie dostępnych form K (n=243)

The relation between yielding, content in the plant and the uptake of potassium by ordinary cocksfoot on the one hand and the occurrence of the available forms of K in the soil (n=243)

Formy potasu w glebie	Współczynnik korelacji				Współczynnik regresji			
	plon t/ha	% K w cz. nadziemnych	% w K korzeniach	pobranie K kg/ha	plon t/ha	% K w cz. nadziemnych	% w K korzeniach	pobranie K kg/ha
K przyswajalny	-0,152	0,522	0,339	0,241	-0,026	0,046	0,008	1,525
K wymienny	*	0,541	0,297	0,338	*	0,041	0,006	1,823

zwłaszcza potasem. Zastosowanie wzrastających dawek tego składnika powoduje z reguły zawsze wzrost jego zawartości (1-4, 6-12, 14-18, 20-23), azotu - jego spadek (3, 6, 11, 14, 15, 18, 20-22), który jest najczęściej wynikiem tzw. efektu rozcieńczenia, powodowanego większym plonem. Podobnie na zawartość potasu w runi łąkowej oddziałuje wapnowanie (2), chociaż ta reakcja nie zawsze była stwierdzona. (17). Pobranie potasu przez części nadziemne kupkówki wzrastało istotnie pod wpływem nawożenia azotem i potasem (przyrost plonu i zawartość potasu w roślinie). Nie zależało w sposób udowodniony statystycznie od nawożenia fosforem (tab. 2, ryc. 3). Było coraz mniejsze po zbiorze kolejnego pokosu rośliny oraz największe w drugim roku badań (tab. 3).

Potwierdzone zostały wyniki wcześniejszych badań, że pobranie potasu zależało przede wszystkim od wielkości zebranego plonu i w mniejszym stopniu od zawartości K w s. m. roślin (4, 7, 10, 16, 18, 20, 21). Często przekraczało wielkość zastosowanych dawek i wówczas składnik ten pobierany był z rezerw glebowych (4, 7, 12, 24). Skutkiem tego zjawiska było zmniejszenie ilości dostępnych form K w glebie (24).

Plonowanie kupkówki pospolitej w niewielkim stopniu zależało od zawartości w glebie potasu przyswajalnego i w ogóle od ilości potasu wymiennego (tab. 4). Przyczyną była zapewne stosunkowo wysoka zawartość dostępnych form tego składnika w glebie. Kupkówka pospolita jest rośliną, która reaguje bardzo wyraźnie na zróżnicowane nawożenie mineralne, w tym potasem. Uwidocznilo się to w wystąpieniu istotnych, dodatnich korelacji pomiędzy zawartością w glebie dostępnych form tego składnika a jego ilością i pobraniem przez roślinę (tab. 4). Potwierdzone więc zostały wcześniejsze spostrzeżenia co do tego, że rośliny w potas zaopatrują się w większym stopniu z form wymiennych (oznaczanych w roztworze octanu amonowego) niż przyswajalnych (określonych metodą Egnera-Riehma) (16, 24). Jednocześnie wspomnieć w tym miejscu należy, iż oznaczenie procentowej zawartości potasu w roślinach w fazie kwitnienia (całe rośliny) jest lepszym sposobem oceny zasobności gleb w dostępny dla roślin potas niż większość metod oznaczenia tego składnika w glebie (16).

WNIOSKI

1. Zawartość dostępnych form potasu w glebie (przyswajalny i wymienny) zależała istotnie od zastosowanego w doświadczeniu nawożenia mineralnego. Zróżnicowane, zwiększające się, dawki potasu i fosforu powodowały wzrost, a azotu spadek zawartości analizowanych form K. Zawartość potasu przyswajalnego zmniejszała się istotnie po zbiorze kolejnego pokosu rośliny i w kolejnym roku trwania eksperymentu.

2. Zawartość potasu w kupkówce pospolitej (części nadziemne, korzenie) wzrastała istotnie pod wpływem nawożenia tym składnikiem oraz zmniejszała się na skutek zastosowania wzrastających dawek azotu. Nie zależała jednoznacznie od nawożenia fosforem. W kolejnych latach badań zmniejszała się w sposób udowodniony statystycznie.

3. Pobranie potasu przez kupkówkę pospolitą wzrastało istotnie pod wpływem nawożenia azotem i potasem. Nie zależało w sposób udowodniony statystycznie od nawożenia fosforem. Zmniejszało się istotnie po zbiorze kolejnego pokosu rośliny, nie będąc uzależnione jednoznacznie od lat badań.

4. Zawartość potasu w roślinie (części nadziemne, korzenie) oraz pobranie tego składnika przez kupkówkę pospolitą wykazywało istotne, dodatnie korelacje z ilością w glebie dostępnych form potasu (przede wszystkim z K wymiennym).

PIŚMIENNICTWO

1. Bednarek W.: Przemiany fosforu w glebie oraz pobranie tego składnika przez kupkówkę pospolitą (*Dactylis glomerata* L.) w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, Lublin 1991.
2. Curyło T., Gorlach E.: Wpływ wapnowania i nawożenia NPK na skład mineralny runi łąkowej. Mat. Symp. "Wpływ nawożenia na jakość plonów", 24-25 VI 1986, Olsztyn.
3. Czaplak J., Nowak G.: Oddziaływanie intensywnego nawożenia mineralnego na plony i skład chemiczny niektórych traw i ziół. 1. Kupkówka pospolita, 2. Mniszek pospolity. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol., nr 26, 1979.
4. Czuba R., Murzyński J.: Zmiany w zawartości składników pokarmowych w sianie i glebie łąkowej w okresie 15-letniego intensywnego nawożenia mineralnego. Cz. I. Plony i zmiany właściwości gleb. Rocz. Gleb., t. 39, nr 4, 1988; Cz. II. Zawartość makroelementów w sianie i pobieranie ich z nawozów. Rocz. Glebozn., t. 40, nr 2, 1989.

5. Dechnik I., Bednarek W., Filipek T.: Wpływ nawożenia azotem i potasem na niektóre właściwości gleby brunatnej wytworzonej z lessu. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, nr 227, Ses. Nauk., z. 37, Cz. I, 1993.
6. Doboszyński L., Szuniewicz K.: Zawartość składników mineralnych w kupkówce i tymotce łąkowej w zależności od zaopatrzenia w azot, fosfor i potas. Wiad. Melior. i Łąk., nr 2, 1981.
7. Filipek J., Kasperczyk M.: Wpływ poziomu nawożenia mineralnego i częstotliwości koszenia na skład chemiczny kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) i kłosówki miękkiej (*Holcus mollis* L.). Zesz. nauk. AR w Krakowie, Roln., z. 22, 1982.
8. Fotyma M., Gosek S., Adamus M.: Wpływ dużych dawek nawozów potasowych na plony roślin oraz na bilans i zawartość przyswajalnego potasu w glebie. Pam. Puł., z. 82, 1984.
9. Gajda J., Dudziak S.: Zawartość i stosunki ilościowe składników mineralnych w kupkówce. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, Lublin 1980/1981.
10. Gorlach E., Brydak K., Szczurowska B.: Porównanie wpływu wzrastającej dawki potasu na plonowanie oraz skład mineralny kupkówki pospolitej i życicy wielokwiatowej. Acta Agr. et Silv., s. Agr., vol. 21, 1982.
11. Gorlach E., Curyło T., Grzywnowicz J.: Zmiany składu mineralnego runi łąkowej w warunkach wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Rocz. Glebozn., t. 36, z. 2, 1985.
12. Kasperczyk M.: Wpływ dawki potasu na wydajność i wartość pokarmową runi pastwiskowej przy zróżnicowanym nawożeniu azotem. Acta Agr. et Silv., vol. 29, 1990.
13. Lehman K., Matłosz C., Stachowiak J., Wysocka G.: Wpływ gatunku traw, poziomu nawożenia potasem i azotem na formy potasu w glebie. Rocz. Glebozn., t. 42, nr 3/4, 1991.
14. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M.: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego łąki górskiej na niektóre właściwości chemiczne gleby. Acta Agr. et Silv., ser. Agr., vol. 20, 1981.
15. Mazur K., Olkowski M., Mazur T.: Określenie wpływu nawożenia mineralnego na ilość i jakość paszy z trwałych użytków zielonych. Mat. z symp. "Wpływ nawożenia na jakość plonów", z. 2, 24 VI 1986, Olsztyn.
16. Mercik S.: Studia nad zależnością między zasobnością gleby w potas a efektywnością nawożenia tym składnikiem. Zesz. Nauk. SGGW, Warszawa, Rozpr. Nauk., 13, 1971.
17. Mercik S., Goralski J., Goźliński H., Mercik T.: Badania nad współdziałaniem potasu z magnezem i wapniem na różnych glebach i pod różnymi roślinami. Cz. III. Wpływ na plonowanie i skład chemiczny życicy wielokwiatowej i seradeli. Rocz. Glebozn., t. XXXV, nr 1, 1984.
18. Nowak G.: Wpływ intensywnego nawożenia użytków zielonych na plonowanie i wartość pokarmową roślin. Zawartość form potasu w runi i glebie intensywnie nawożonego pastwiska. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 210, 1978.
19. Pondeł H., Gosek S.: Wpływ poziomu nawożenia potasowego na zawartość potasu w glebie. Rocz. Glebozn., t. 19, nr 1, 1978.
20. Stuczyńska J.: Wpływ nawożenia NPK na plonowanie i skład chemiczny kupków. Pam. Puł., z. 58, 1973.
21. Stuczyńska J.: Zawartość składników mineralnych w kupkówce oraz ich pobranie w zależności od dawek azotu. Pam. Puł., z. 59, 1974.
22. Stuczyński M., Stuczyńska J., Jakubowski S.: Reakcje kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) i kupkówki Aschersona (*Dactylis arschersonianae* Gr a e b n) na nawożenie różnymi solami sodowymi przy dwóch poziomach nawożenia potasem. Biul. IHAR, nr 167, 1988.
23. Terelak H.: Badania modelowe nad dynamiką potasu i niektórych kationów w glebie pod wpływem nawożenia. Rocz. Glebozn., t. 29, nr 1, 1979.
24. Terelak H., Fotyma M.: Wpływ nawożenia potasem na zawartość form tego składnika w glebach i ich pobranie przez rośliny. Rocz. Glebozn., t. 37, nr 1, 1986.

SUMMARY

Three-year-long experiments set on brown soil formed from loess studied the effect of differentiated mineral fertilization (NPK) on the appearance of available forms of potassium in the soil and the uptake of this element by ordinary cocksfoot. The following were found out.

The content of available forms of potassium in the soil (both available and exchangeable) was in significant relation to the applied mineral fertilization. The increasing doses of P and K caused the increase of the content of the examined forms of K, while the growing doses of N caused their decrease.

The uptake of potassium by ordinary cocksfoot increased significantly under the influence of nitric and potassium fertilization. This was not related to phosphorus fertilization.

The content of potassium in the plant (above ground parts, roots) and the uptake of this element by ordinary cocksfoot showed significant positive correlations with the quantity of the available forms of potassium (above all with exchangeable K).