

GRZEGORZ KULCZYCKI

WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA POTASEM NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY ORAZ PLON I POBRANIE SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH PRZEZ KUKURYDZĘ

CZEŚĆ III. DYNAMIKA POBRANIA I ZAWARTOŚĆ AZOTU, FOSFORU, POTASU, WAPNIA I MAGNEZU W OKRESIE WEGETACJI

Katedra Chemii Rolniczej Akademia Rolnicza w Wrocławiu

WSTĘP

W Polsce uprawa kukurydzy na kiszonkę jest głównym kierunkiem użytkowania tej rośliny. Kukurydza jest rośliną wymagającą intensywnego nawożenia mineralnego, w tym nawożenia potasem. Wysokie dawki potasu mogą prowadzić do znacznych zmian zawartości tego składnika w roślinach. Antagonistyczne działanie potasu na inne składniki pokarmowe może powodować pogorszenie jakości roślin przeznaczonych na paszę [Mercik i in. 1984].

Celem badań było prześledzenie, jak nawożenie wzrastającymi dawkami potasu wpływa na dynamikę zawartości i pobieranie potasu oraz innych makroelementów przez kukurydzę w ciągu sezonu wegetacyjnego.

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Doświadczenie polowe założono na glebie płowej właściwej wytworzonej z gliny lekkiej podścielonej gliną ciężką. Gleba ta charakteryzowała się kwaśnym odczynem, małą zawartością węgla organicznego i azotu całkowitego, średnią fosforu i magnezu rozpuszczalnego oraz niską potasu. Skład granulometryczny i niektóre właściwości fizyko-chemiczne gleby podano w części I pracy [Kulczycki 1998].

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Schemat doświadczenia ze wzrastającymi dawkami potasu uwzględniał cztery poziomy nawożenia: K_0 – bez potasu, $K_1 = 70$ kg K, $K_2 = 140$ kg K i $K_4 =$

280 kg K na ha (w postaci 60% soli potasowej stosowanej każdorazowo jesienią razem z 40 kg P na ha w formie superfosfatu potrójnego 46%). Azot w ilości 160 kg N na ha stosowano corocznie przedsięwzięcie w postaci 34% saletry amonowej.

Próbki roślin pobierano w określonych fazach fenologicznych (tab. 1), przy czym każdy obiekt doświadczenia reprezentowany był przez 32 losowo wybrane rośliny.

W okresie wegetacji kukurydzy od kwietnia do września średnie temperatury w poszczególnych latach były zbliżone między sobą i wynosiły odpowiednio: +14,6; +14,6 i +15,5 °C. Miesięczne sumy opadów (z okresu kwiecień-wrzesień) kształtowały się na następujących poziomach: w roku 1990 – 282,8 mm, w 1991 – 230,7 mm i w 1992 – 197,4 mm. Porównując przytoczone średnie ilości opadów w omawianych okresach wegetacji ze średnią wieloletnią dla terenu Pawłowic wynoszącą 353,6 mm, lata prowadzenia badań, w tym szczególnie rok 1992, można uznać za lata bardzo suche.

Próbki roślin mineralizowano na mokro i zgodnie z metodyką przyjętą w stacjach chemiczno-rolniczych [Kamińska i in. 1972] oznaczono w nich zawartość: azotu ogólnego metodą Kjeldahla, fosforu metodą wanado-molibdenową, potasu i wapnia metodą fotometrii płomieniowej oraz magnezu metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej.

WYNIKI BADAŃ

We wszystkich fazach rozwojowych na obiektach nawożonych potasem stwierdzono istotnie wyższe plony suchej masy, w porównaniu z obiektem kontrolnym (bez potasu). Od fazy 5,25 uwidocznił się statystycznie udowodniony wzrost plonu suchej masy pod wpływem wyższych dawek (140 kg K/ha i 280 kg K/ha).

Zawartość makroskładników oznaczoną w próbkach kukurydzy pobranych w poszczególnych terminach podano w tabeli 3. Pod wpływem zróżnicowanego nawożenia potasem nie stwierdzono statystycznie udowodnionych zmian w za-

TABELA 1. Terminy pobierania kukurydzy w określonych fazach fenologicznych
TABLE 1. Dates of taking maize samples in particular fenological phases

Termin pobrania Date	Faza fenologiczna Fenological phase	Dziesiętny kod fazy fenologicznej wg Groota i in. Decimal code of fenological phases according to Groot and others
1	nasiona suche (siew)	0,00
2	5. liść rozwinięty	2,25
3	7. liść rozwinięty	2,75
4	9. liść rozwinięty	3,25
5	11. liść rozwinięty	3,75
6	14. liść rozwinięty	4,50
7	50% roślin pyłących	5,25
8	początek dojrzałości wodnej	6,00
	dojrzałość mleczna (zbiór)	7,25

TABELA 2. Dynamika plonu suchej masy w różnych okresach rozwoju kukurydzy w zależności od dawek potasu (wartości średnie z lat 1990–1992 w t/ha)

TABLE 2. Dynamics of dry mass yield in different periods of maize growth depending on different potassium doses

Obiekty Objects	Fazy fenologiczne wg Groota i in. – Fenological phases according to Groot and others							
	2,25	2,75	3,25	3,75	4,50	5,25	6,00	7,25
K-0	0,2 <i>a</i>	0,6 <i>a</i>	1,2 <i>a</i>	4,0 <i>a</i>	5,7 <i>a</i>	6,6 <i>a</i>	8,1 <i>a</i>	8,7 <i>a</i>
K-1	0,3 <i>b</i>	0,7 <i>b</i>	1,3 <i>b</i>	4,3 <i>b</i>	6,1 <i>b</i>	7,0 <i>b</i>	8,6 <i>b</i>	9,2 <i>b</i>
K-2	0,3 <i>b</i>	0,7 <i>b</i>	1,4 <i>b</i>	4,3 <i>b</i>	6,2 <i>b</i>	7,2 <i>bc</i>	8,8 <i>bc</i>	9,3 <i>bc</i>
K-4	0,3 <i>b</i>	0,7 <i>b</i>	1,4 <i>b</i>	4,4 <i>b</i>	6,2 <i>b</i>	7,5 <i>c</i>	9,1 <i>c</i>	9,5 <i>c</i>

wartości azotu i fosforu w kukurydzy. Dynamika zmian zawartości azotu i fosforu kształtuje się podobnie; najwyższe zawartości stwierdzono w pierwszych fazach rozwoju kukurydzy, a w miarę starzenia się roślin koncentracja tych makroskładników ulegała zmniejszeniu.

Zawartości potasu w kukurydzy różniły się istotnie pod wpływem wzrastających dawek potasu we wszystkich fazach fenologicznych. Najwyższą zawartość tego pierwiastka stwierdzono w fazie 2,75 przy dawkach K-0, K-1 i K-2, a przy dawce K-4 w fazie 3,25, następnie zawartość potasu w trakcie wegetacji zmniejszyła się średnio o 67%.

Nawożenie potasem różnicowało zawartości zarówno Ca, jak i Mg. Zawartość wapnia w kukurydzy istotnie malała wraz ze wzrostem dawki potasu, z wyjątkiem dawki K-4. W trakcie rozwoju kukurydzy zawartość wapnia ulega zmniejszeniu.

Antagonistyczne działanie nawożenia potasem uwidacznia się także w kształtowaniu się zawartości magnezu w roślinach. Wszystkie stosowane dawki potasu zmniejszyły istotnie zawartość magnezu w kukurydzy. Podobnie jak w przypadku innych omawianych makropierwiastków obserwuje się w ciągu wegetacji spadek zawartości magnezu w roślinach.

Pobieranie makroskładników w poszczególnych fazach fenologicznych kukurydzy podano w tabeli 4. Kukurydza w trakcie okresu wegetacji pobierała największe ilości potasu i azotu, a mniejsze wapnia, fosforu i magnezu.

Pobieranie potasu charakteryzowało się dużą dynamiką. Najwięcej tego składnika kukurydza nagromadziła w fazie 14. rozwiniętego liścia (4,50) po tym terminie obserwowano spadek – średnio o 23%. Wzrastające nawożenie potasem zwiększało pobieranie tego składnika we wszystkich fazach fenologicznych kukurydzy.

Dynamika nagromadzania azotu, fosforu, wapnia i magnezu w analizowanych fazach rozwoju kukurydzy pozostawała w bezpośredniej zależności od produkcji suchej masy i zawartości tych składników w roślinach.

Najwięcej azotu zostało nagromadzone w fazie 4,50 rozwoju kukurydzy, następnie pobieranie tego składnika spada średnio o 11%, natomiast najwyższe pobieranie fosforu obserwuje się w końcowych fazach rozwoju kukurydzy. Wzra-

TABELA 3. Zawartość makroskładników w kukurydzy w zależności od dawki potasu (wartości średnie z lat 1990–1992)

TABLE 3. Macronutrients content in maize depending on different potassium doses (means of 1990–1992)

Objekty Objects	Fazy fenologiczne wg Groota i in. – Fenological phases according to Groot and others							
	2,25	2,75	3,25	3,75	4,50	5,25	6,00	7,25
N [%]								
K-0	4,2 a	3,9 a	3,5 a	2,8 a	2,3 a	1,9 a	1,5 a	1,3 a
K-1	4,1 a	3,8 a	3,4 a	2,8 a	2,3 a	1,9 a	1,5 a	1,3 a
K-2	4,1 a	3,8 a	3,4 a	2,8 a	2,3 a	1,9 a	1,5 a	1,3 a
K-4	4,0 a	3,8 a	3,4 a	2,8 a	2,3 a	1,9 a	1,5 a	1,3 a
P [%]								
K-0	0,37 a	0,35 a	0,33 a	0,30 a	0,28 a	0,25 a	0,20 a	0,19 a
K-1	0,37 a	0,35 a	0,32 a	0,29 a	0,28 a	0,25 a	0,20 a	0,18 a
K-2	0,37 a	0,36 a	0,32 a	0,30 a	0,27 a	0,24 a	0,21 a	0,19 a
K-4	0,37 a	0,35 a	0,32 a	0,30 a	0,28 a	0,25 a	0,20 a	0,19 a
K [%]								
K-0	2,6 a	3,3 a	3,2 a	2,6 a	1,9 a	1,6 a	1,2 a	1,1 a
K-1	3,5 b	4,0 b	3,9 b	3,3 b	2,5 b	2,0 b	1,5 b	1,3 b
K-2	3,9 c	4,5 c	4,4 c	3,8 c	3,1 c	2,3 c	1,7 c	1,5 c
K-4	4,3 d	4,8 d	5,0 d	4,2 d	3,5 d	2,6 d	2,0 d	1,6 d
Ca [%]								
K-0	0,93 a	0,68 a	0,58 a	0,55 a	0,46 a	0,40 a	0,33 a	0,30 a
K-1	0,83 b	0,61 b	0,55 b	0,51 b	0,43 b	0,37 b	0,31 b	0,28 b
K-2	0,69 c	0,55 c	0,49 c	0,45 c	0,38 c	0,32 c	0,27 c	0,26 c
K-4	0,65 c	0,52 c	0,47 c	0,43 c	0,36 c	0,31 c	0,26 c	0,25 c
Mg [%]								
K-0	0,30 a	0,28 a	0,27 a	0,26 a	0,24 a	0,23 a	0,21 a	0,19 a
K-1	0,22 b	0,21 b	0,21 b	0,21 b	0,20 b	0,19 b	0,16 b	0,15 b
K-2	0,18 c	0,18 c	0,18 c	0,17 c	0,16 c	0,15 c	0,14 c	0,13 c
K-4	0,17 d	0,17 d	0,16 d	0,16 d	0,15 d	0,14 d	0,13 d	0,12 d

stające nawożenie potasem nie wpłynęło na zróżnicowanie pobrania zarówno azotu, jak i fosforu.

Dawka 140 kg K/ha istotnie zmniejszyła zawartość wapnia, nie obserwuje się dalszego obniżenia ilości tego składnika pod wpływem dawki 280 kg K/ha. Nagromadzenie wapnia przez rośliny największe było w 6,00 fazie rozwoju kukurydzy.

Nawożenie potasem wpłynęło na obniżenie zawartości magnezu w ciągu całego okresu wegetacji roślin. Pobieranie magnezu istotnie zmniejszało się wraz ze wzrostem dawki potasu, z wyjątkiem dawki K-4, której działanie było równorzędne z dawką K-2. Najwięcej tego składnika nagromadzała kukurydza w ostatniej fazie fenologicznej 7,25 (dojrzałość mleczna).

Stosowanie wzrastających dawek potasu rozszerzyło stosunek K:(Ca+Mg) w kukurydzy (tab. 5). Najszerszy stosunek tych kationów w trakcie rozwoju kuku-

TABELA 4. Pobieranie makroskładników przez kukurydzę w zależności od dawki potasu (wartości średnie z lat 1990–1992 w kg/ha)

TABLE 4. Macronutrients uptake by maize depending on different potassium doses (means of 1990–1992 in kg/ha)

Obiekty Objects	Fazy fenologiczne wg Groota i in. – Fenological phases according to Groot and others							
	2,25	2,75	3,25	3,75	4,50	5,25	6,00	7,25
N [kg/ha]								
K-0	9,8 <i>a</i>	23 <i>a</i>	43 <i>a</i>	113 <i>a</i>	128 <i>a</i>	123 <i>a</i>	121 <i>a</i>	115 <i>a</i>
K-1	10,4 <i>a</i>	26 <i>a</i>	46 <i>a</i>	119 <i>a</i>	138 <i>a</i>	133 <i>a</i>	129 <i>a</i>	122 <i>a</i>
K-2	10,4 <i>a</i>	26 <i>a</i>	46 <i>a</i>	121 <i>a</i>	139 <i>a</i>	137 <i>a</i>	134 <i>a</i>	124 <i>a</i>
K-4	10,3 <i>a</i>	26 <i>a</i>	47 <i>a</i>	125 <i>a</i>	142 <i>a</i>	142 <i>a</i>	138 <i>a</i>	128 <i>a</i>
P [kg/ha]								
K-0	0,88 <i>a</i>	2,1 <i>a</i>	3,9 <i>a</i>	11,8 <i>a</i>	15,8 <i>a</i>	16,4 <i>a</i>	16,5 <i>a</i>	16,6 <i>a</i>
K-1	0,96 <i>a</i>	2,3 <i>a</i>	4,3 <i>a</i>	12,6 <i>a</i>	16,8 <i>a</i>	17,3 <i>a</i>	17,3 <i>a</i>	16,9 <i>a</i>
K-2	0,95 <i>a</i>	2,5 <i>a</i>	4,3 <i>a</i>	13,0 <i>a</i>	17,0 <i>a</i>	17,6 <i>a</i>	18,1 <i>a</i>	17,4 <i>a</i>
K-4	0,94 <i>a</i>	2,4 <i>a</i>	4,4 <i>a</i>	13,0 <i>a</i>	17,3 <i>a</i>	18,3 <i>a</i>	18,4 <i>a</i>	17,8 <i>a</i>
K [kg/ha]								
K-0	6 <i>a</i>	20 <i>a</i>	39 <i>a</i>	104 <i>a</i>	109 <i>a</i>	106 <i>a</i>	96 <i>a</i>	93 <i>a</i>
K-1	9 <i>b</i>	27 <i>b</i>	52 <i>b</i>	141 <i>b</i>	156 <i>b</i>	139 <i>b</i>	130 <i>b</i>	119 <i>b</i>
K-2	10 <i>c</i>	31 <i>c</i>	60 <i>c</i>	163 <i>c</i>	190 <i>c</i>	163 <i>c</i>	153 <i>c</i>	138 <i>c</i>
K-4	11 <i>d</i>	34 <i>d</i>	69 <i>d</i>	185 <i>d</i>	216 <i>d</i>	196 <i>d</i>	180 <i>d</i>	155 <i>d</i>
Ca [kg/ha]								
K-0	2,2 <i>a</i>	4,0 <i>a</i>	7,0 <i>a</i>	21,6 <i>a</i>	26,4 <i>a</i>	26,2 <i>a</i>	26,3 <i>a</i>	26,0 <i>a</i>
K-1	2,1 <i>a</i>	4,1 <i>a</i>	7,4 <i>a</i>	22,0 <i>a</i>	26,1 <i>a</i>	25,9 <i>a</i>	26,3 <i>a</i>	26,0 <i>a</i>
K-2	1,8 <i>b</i>	3,8 <i>b</i>	6,7 <i>b</i>	19,6 <i>b</i>	23,4 <i>b</i>	23,4 <i>b</i>	24,0 <i>b</i>	23,9 <i>b</i>
K-4	1,7 <i>b</i>	3,6 <i>b</i>	6,5 <i>b</i>	18,8 <i>b</i>	22,4 <i>b</i>	22,9 <i>b</i>	24,0 <i>b</i>	23,5 <i>b</i>
Mg [kg/ha]								
K-0	0,7 <i>a</i>	1,7 <i>a</i>	3,3 <i>a</i>	10,4 <i>a</i>	13,9 <i>a</i>	15,1 <i>a</i>	16,6 <i>a</i>	16,8 <i>a</i>
K-1	0,6 <i>b</i>	1,4 <i>b</i>	2,8 <i>b</i>	8,8 <i>b</i>	12,0 <i>b</i>	13,2 <i>b</i>	14,0 <i>b</i>	14,2 <i>b</i>
K-2	0,5 <i>c</i>	1,2 <i>c</i>	2,4 <i>c</i>	7,5 <i>c</i>	9,8 <i>c</i>	10,8 <i>c</i>	12,1 <i>c</i>	12,3 <i>c</i>
K-4	0,4 <i>c</i>	1,2 <i>c</i>	2,3 <i>c</i>	7,1 <i>c</i>	9,2 <i>c</i>	10,4 <i>c</i>	11,8 <i>c</i>	11,8 <i>c</i>

rydzy stwierdzono w fazie 3,25 (9. liść rozwinięty) przy dawce 280 kg K/ha. W kontroli obserwowano najwęższy stosunek badanych kationów we wszystkich fazach fenologicznych. Wraz ze starzeniem się roślin stosunek K:(Ca+Mg) ulegał zawężeniu osiągając najniższe wartości w fazie dojrzałości mleczej.

Wyniki analiz materiału roślinnego pozwoliły na obliczenie wskaźników skuteczności nawożenia kukurydzy potasem (tabela 6). Efektywność rolnicza, jak i fizjologiczna była najwyższa w zakresie 0–70 kg K/ha, a najniższe wartości tego wskaźnika uzyskano w zakresie 140–280 kg K/ha.

Skuteczność nawożenia potasem wyrażona w kg suchej masy na 1 kg potasu w nawozie była najwyższa dla wszystkich zakresów zastosowanych dawek w fazie początku dojrzałości wodnej. Podczas wegetacji kukurydzy efektywność fizjologiczna wzrastała przy dawce 70 kg K/ha do ostatniego terminu pobierania

TABELA 5. Równoważnikowy stosunek K : (Ca+Mg) w kukurydzy w zależności od dawki potasu (wartości średnie z lat 1990–1992)

TABLE 5. Equivalent K : (Ca+Mg) ratio in maize depending on potassium dose (means of 1990–1992)

Obiekty Objects	Fazy fenologiczne wg Groota i in. – Fenological phases according to Groot and others							
	2,25	2,75	3,25	3,75	4,50	5,25	6,00	7,25
K-0	0,9	1,5	1,6	1,4	1,1	1,1	0,9	0,9
K-1	1,5	2,1	2,2	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2
K-2	2,0	2,7	2,9	2,6	2,5	2,0	1,8	1,6
K-4	2,4	3,1	3,5	3,1	3,0	2,5	2,1	1,9

próbek roślin, a przy pozostałych dawkach największą efektywność uzyskano w przedostatnim terminie (faza 6,00).

Wykorzystanie potasu z nawozu przez kukurydzę było najwyższe przy dawce 70 kg K/ha, natomiast przy obiektach ze 140 i 280 kg K/ha było ono wyraźnie niższe. Współczynniki wykorzystania potasu z nawozu obliczone dla poszczególnych terminów pobierania próbek roślin wskazują na największe wykorzystanie tego składnika w fazie 4,50 (14. liść rozwinięty), w kolejnych terminach obserwowano spadek wykorzystania potasu przez rośliny.

TABELA 6. Wskaźniki skuteczności nawożenia kukurydzy potasem (wartości średnie z lat 1990–1992)

TABLE 6. Indicators of potassium fertilization effectiveness of maize (means of 1990–1992)

Obiekty Objects	Fazy fenologiczne wg Groota i in. – Fenological phases according to Groot and others							
	2,25	2,75	3,25	3,75	4,50	5,25	6,00	7,25
Efektywność rolnicza w kg s.m. na 1 kg K zastosowanego w nawozie Agricultural effectiveness in kg of dry mass for 1 kg of applied potassium								
70–0	0,3	1,1	1,8	4,7	5,8	6,2	7,7	7,1
140–70	0,01	0,2	0,4	0,4	1,2	3,1	3,3	1,5
280–140	0,001	0,1	0,2	0,7	0,1	1,5	2,0	0,9
Efektywność fizjologiczna w kg s.m. na 1 kg K pobranego Physiological effectiveness in kg of dry mass of yield for 1 kg of uptaken potassium								
70–0	6,9	10,7	9,5	8,8	8,7	13,2	16,0	19,2
140–70	0,4	3,6	3,1	1,4	2,5	8,6	9,8	5,8
280–140	1,0	3,8	2,5	4,6	0,2	6,4	10,4	7,0
Wykorzystanie potasu z nawozu podczas wegetacji kukurydzy [%] Use of potassium from fertilizer during maize vegetation [%]								
70–0	4,1	10,2	19,4	53,6	66,7	47,0	48,4	36,7
140–70	1,6	5,3	11,7	31,7	49,2	35,5	34,0	26,7
280–140	0,1	2,1	6,1	15,1	38,8	23,3	18,9	12,3

DYSKUSJA WYNIKÓW

W badaniach nad wpływem potasu na plony roślin niektórzy autorzy wykazują dużą jego plonotwórczą rolę [Mercik, Stępień 1993], w innych pracach natomiast nie otrzymano wyższej plonów pod wpływem nawożenia potasem nawet na glebach bardzo ubogich w ten składnik [Mercik i in. 1984; Mercik, Gutyńska 1983].

W badaniach własnych wpływ wzrastających dawek potasu na plon suchej masy uwidocznił się w końcowych fazach rozwoju kukurydzy, natomiast największą dynamikę przyrostu suchej masy uzyskano w początkowych fazach wzrostu tej rośliny. Pomędzy fazami 3,5 i 3,75 uzyskano średnio 69% przyrostu suchej masy, w trakcie dalszego rozwoju dynamika jej gromadzenia ulega zmniejszeniu i między końcowymi fazami odnotowano średnio 6% przyrostu s.m. Podobny układ gromadzenia suchej masy stwierdzili inni autorzy [Bruździak 1988; Gonet, Siuta 1996].

Wzrastające nawożenie potasem nie wpłynęło istotnie na zawartość azotu i fosforu w trakcie wegetacji kukurydzy, natomiast stwierdzono statystycznie udowodnione różnice w zawartości potasu, wapnia i magnezu. W trakcie rozwoju kukurydzy Kruczek [1996]; Gonet, Siuta [1996]; Bruździak [1988] odnotowali spadek zawartości makropierwiastków w suchej masie kukurydzy, co również stwierdzono w warunkach badań własnych autora. Brogowski i in. [1995] podkreślają stałą zawartość wapnia niezależnie od wieku kukurydzy, czego nie stwierdzono w przeprowadzonym doświadczeniu.

Pobieranie makroskładników przez roślinę doświadczalną wykazuje dużą intensywność w początkowych fazach wegetacji kukurydzy do fazy 11–14 liści rozwiniętych, następnie obserwuje się spadek pobierania azotu, potasu i wapnia. Fosfor i magnez pobierany był przez cały okres wegetacji osiągając największe nagromadzenie w końcowych fazach rozwoju kukurydzy. Podobną dynamikę gromadzenia makroskładników przez kukurydzę odnotował Bruździak [1988].

Wielu autorów, np. Grimme [1973] oraz Mercik i in. [1984], podkreśla antagonistyczny wpływ wyższych dawek potasu na pobieranie Ca, a szczególnie Mg, znalazło to potwierdzenie w badaniach własnych, w których dawka 140 kg K/ha istotnie obniżała pobieraną ilość wapnia, a przy najniższej dawce potasu 70 kg /ha stwierdzono statystycznie udowodnione zmniejszenie pobierania magnezu podczas całego okresu wegetacji rośliny doświadczalnej.

Mercik i in. [1984] za Grunes i in. [1970] podają, że przy stosunku K:(Ca+Mg) w paszy węższym niż 2,2 stwierdzono niewiele przypadków tężyczki pastwiskowej. W badaniach własnych najszerszy stosunek 3,5 omawianych kationów odnotowano w fazie 9. liścia rozwiniętego przy najwyższej dawce 280 kg K/ha. W trakcie dalszej wegetacji roślin stosunek ten ulega zawężeniu i w dwu ostatnich fazach rozwojowych nie stwierdzono przekroczenia wartości 2,2, po której następuje znaczny wzrost zachorowań zwierząt.

Najwyższą skuteczność nawożenia wyrażoną efektywnością rolniczą i fizjologiczną uzyskano przy dawce 70 kg K/ha, natomiast najwyższa dawka potasu

powodowała znaczne obniżenie zarówno efektywności rolniczej, jak i fizjologicznej. Podobne zależności przy nawożeniu wzrastającymi dawkami azotu pod kukurydzą uzyskała Fotyma [1994].

Wykorzystanie potasu przez kukurydzę w trakcie wegetacji wskazuje na największe zapotrzebowanie na ten składnik w fazie 14 rozwiniętych liści. Potas wykorzystywany był z nawozu w największym stopniu przy najniższej dawce tego składnika. Stępień [1995] wykazuje podobne zależności podkreślając, że wykorzystanie potasu zależało w większym stopniu od dawek K niż od zasobności gleb w ten składnik.

WNIOSKI

Przeprowadzone 3-letnie doświadczenie wegetacyjne z kukurydzą oraz wyniki analiz chemicznych pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Stosowane zróżnicowane nawożenie potasem spowodowało istotne zmiany zawartości potasu, magnezu i wapnia w okresie wegetacji kukurydzy, nie wpłynęło natomiast znacząco na koncentrację azotu i fosforu.
2. Nawożenie potasem istotnie zmniejszyło pobieranie wapnia i magnezu w czasie wegetacji kukurydzy.
3. Wzrastające dawki potasu spowodowały rozszerzenie stosunku K:(Ca+Mg). Najszerszy stosunek badanych kationów stwierdzono w fazie rozwiniętego 9. liścia przy najwyższej dawce potasu.
4. Największe pobieranie potasu przez kukurydzę w trakcie wegetacji stwierdzono w fazie 14. rozwiniętego liścia.

LITERATURA

- BROGOWSKI Z., GAWROŃSKA-KULESZA A., LANERT S., 1995: Stan równowagi jonowej w różnych fazach rozwojowych niektórych gatunków roślin uprawnych. *Rocz. Nauk. Roln.* **111**, A, 3-4: 119-125.
- BRUŹDZIAK M. 1988: Dynamika narastania masy i gromadzenia składników pokarmowych w częściach nadziemnych roślin oraz wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na plonowanie kukurydzy. *Zesz. Nauk. AR Wrocław. Rozprawy* 70.
- FOTYMA E. 1994: Reakcja roślin uprawy polowej na nawożenie azotem. Cz.III Kukurydza. *Fragm. Agron.* 4 (44): 20-35.
- GONET Z., SIUTA A. 1996: Wpływ obsady roślin na plonowanie i wartość paszową kukurydzy uprawianej na zielonkę. Cz. I. Dynamika przyrostu i struktura plonu. *Pam. Puł.* **108**: 19-31.
- GRIMME H. 1973: Beziehungen zwischen Kalium, Calcium und Magnesium bei Aufnahme und Ertragsbildung. *Sondern. Landw. Forsch.* **30/11**: 93-110.
- GRUNES D.L., STOUT P.R., BROWNELL J.R. 1970: Grass tetany of ruminants. *Advances in Agronomy* **22**: 331-369.
- KAMIŃSKA W., KARDASZ T., STRAHL A., BAŁUKA T., WALCZAK K. 1972: Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. cz II. Badanie materiału roślinnego. IUNG. Puławy.
- KRUCZEK A. 1996: Ilościowe zależności pomiędzy produkcją suchej masy kukurydzy a zawartością azotu ogólnego. *Fragm. Agron.* 4 (52): 92-99.
- KULCZYCKI G. 1998: Wpływ zróżnicowanego nawożenia potasem na wybrane właściwości gleby oraz plon i pobranie składników pokarmowych przez kukurydzę. Cz I. Właściwości glebowe. *Rocz. Glebozn.* **49**, 3-4: 51-62.

- MERCIK S., GORALSKI J., GOŹLIŃSKI H., MERCIK T. 1984: 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.* **35**: 81–96.
- MERCIK S., GUTYŃSKA B. 1983: Ocena metod badania potrzeb nawożenia potasem. *Rocz. Glebozn.* **34**, 3: 161–174.
- MERCIK S., STĘPIEŃ W. 1993: Działanie potasu przy różnym odczynie i zasobności gleb w magnez w doświadczeniu statycznym. *Zesz. Nauk. AR Kraków* **277,37**: 15–26.
- STĘPIEŃ W., 1995: Dynamika plonowania, pobieranie potasu przez rośliny oraz zmiany różnych form tego składnika w glebie w zależności od zasobności gleby w K w doświadczeniu wieloletnim. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **421** a:345–354.

Grzegorz Kulczycki

INFLUENCE OF DIFFERENT POTASSIUM FERTILIZATION ON SOME SOIL PROPERTIES, YIELD AND NUTRIENT UPTAKE BY MAIZE. PART. III.

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University of Wrocław

SUMMARY

In 3-years field experiment was investigated the influence of potassium fertilization on the dynamic of nutrients uptake and nutrients content in maize in different physiological phases. The applied diversified potassium fertilization has considerably influenced the changes in potassium, magnesium and calcium content during the maize growth. It did not have any significant influence on changes in phosphorus and nitrogen. The increasing doses of potassium have extended the K:(Ca+Mg) ratio. The use of potassium by maize during the vegetation period indicates, that there is the highest demand for this component in the phase of 14 developed leaves.

Praca wpłynęła do redakcji w lutym 1999 r.

Dr Grzegorz Kulczycki

*Katedra Chemii Rolnej Akademia Rolnicza we Wrocławiu
50-357 Wrocław, ul. Grunwaldzka 53*

