

Irena PERUCKA

**Wpływ nawożenia potasowego na zawartość mikroelementów i potasu w owocach
wybranych odmian papryki (*Capsicum annuum* L.)**

The Potassium Fertilization Effect on the Content of Microelements and Potassium in Fruit
of *Capsicum annuum* L.

Papryka jest jarzyną, której uprawa rozpowszechniła się od bardzo dawna w krajach śródziemnomorskich i Europy Środkowej. Obecnie również w naszym kraju prowadzone są badania nad wprowadzeniem do uprawy odmian papryki dających wysokie plony owoców o dużej zawartości składników pokarmowych.

Aby otrzymać wartościowy produkt, niezbędne jest optymalne odżywianie mineralne, które obok innych czynników ekologicznych wpływa na wartość pokarmową. Odpowiednia ilość składników mineralnych w roślinach, a szczególnie pierwiastków śladowych, takich jak: miedź, mangan, cynk i żelazo, jest szczególnie istotna ze względu na ich rolę w żywieniu ludzi i zwierząt.

Problem zawartości mikro- i makroelementów w różnych roślinach w zależności od wysokości dawek nawożenia mineralnego poruszony był w wielu pracach (4-6, 9-11). Natomiast niewiele jest danych dotyczących zawartości pierwiastków śladowych i potasu w owocach papryki (1-3, 7). W dostępnej literaturze nie znaleziono również prac odnoszących do wpływu nawożenia potasowego na zawartość pierwiastków śladowych w papryce, w związku z tym podjęto badania w tej dziedzinie.

Celem pracy było zbadanie wpływu wzrastających dawek nawożenia potasowego na zawartość miedzi, manganu, cynku, żelaza i potasu w owocach wybranych odmian papryki w zależności od fazy ich dojrzałości.

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Doświadczenia polowe z dwiema odmianami papryki: Bronowicką Ostrą i Długą z Mor przeprowadzono w RZD w Felinie k. Lublina na glebie biellicowej słabo kwaśnej, $pH = 6,1$. Zasobność gleby przedstawiała się następująco: $K_2O - 30,2 \text{ mg/100 g}$; $P_2O_5 - 20,8 \text{ mg/100 g}$; $Mg - 7,8 \text{ mg/100 g}$; $Zn - 14,0 \text{ mg/100 g}$; $Mn - 7,5 \text{ mg/1000 g}$; $Cu - 3,0 \text{ mg/1000 g}$; $Fe - 54 \text{ mg/1000 g}$ gleby.

Paprykę uprawiano na mikropoletkach wielkości $2,5 \text{ m}^2$, stosując rozstaw $30 \times 30 \text{ cm}$. W doświadczeniu zastosowano trzy zróżnicowane poziomy nawożenia potasowego: a – 190; b – 270; c – 370 kg/ha (jako K_2SO_4), przy stałym nawożeniu azotowym 50 kg/ha (jako NH_4NO_3 : superfosfat potrójny).

Do analiz pobierano owoce w trzech fazach dojrzałości: 1) faza owoców niedojrzałych (20 dni przed fazą dojrzałości technologicznej), 2) faza dojrzałości technologicznej, 3) faza dojrzałości fizjologicznej. Po wysuszeniu w temp. 40° próby zmielono i zmineralizowano w piecu muflowym w temp. 500°C do stałej masy. Otrzymany popiół traktowano wodnym roztworem HCL (1:1) i odparowywano na łaźni wodnej do sucha, a pozostałość rozpuszczono w gorącym 0,1 HCL. W otrzymanym roztworze oznaczono zawartość miedzi, manganu, cynku, żelaza i potasu metodą atomowej spektrofotometrii absorbcyjnej na aparacie Evans Elektroselemin Limited model 240/2. Zawartość mikroelementów i żelaza obliczono w mg/1 kg s. m., a potasu w % s. m. suszu otrzymanego przez wysuszenie próbek w temp. 110° . Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla nieortogonalnej potrójnej klasyfikacji krzyżowej przy poziomie istotności $P = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki badań dotyczące zawartości mikroelementów (miedzi, manganu i cynku), żelaza i potasu przedstawiono w tabelach.

Owoce obu odmian papryki charakteryzowała podobna zawartość miedzi, manganu i żelaza. Ilość tych pierwiastków była zależna od fazy dojrzałości owoców i wysokości dawek nawożenia potasowego.

M i e d ź. Owoce odmiany Bronowickiej Ostrej zawierały przy najniższej dawce potasu średnio 14,6 mg/kg s. m., a Długiej z Mor 15,24 mg/kg s. m. (tab. 1). Istotne różnice w zawartości Cu zanotowano między owocami niedojrzałymi i w fazie dojrzałości technologi-

Tab. 1. Zawartość miedzi i manganu w owocach papryki (mg/kg s.m.)
Copper and manganese content in fruits of pepper (mg/kg dry m.)

Odmiany Poziomy nawożenia	Bronowicka Ostra			Długa z Mor			$\bar{x}$		NIR P = 0,05
	fazy dojrzałości						Bronowicka Ostra	Długa z Mor	
	1	2	3	1	2	3			
	Cu								
I	13,86	15,44	14,47	14,23	15,85	15,65	14,59	15,24	0,772
II	14,31	15,16	14,98	15,68	16,42	15,89	14,82	15,99	
III	14,26	15,15	14,70	14,45	16,38	15,71	14,70	15,51	
	Mn								
I	18,65	18,21	17,38	18,40	18,26	16,97	18,08	17,88	0,670
II	19,46	18,67	18,64	20,28	19,05	17,55	18,92	18,96	
III	19,12	18,54	17,34	20,65	19,56	18,29	18,33	19,50	

Objaśnienia: 1 – owoce niedojrzałe, 2 – faza dojrzałości technologicznej, 3 – faza dojrzałości fizjologicznej;
I – 190, II – 270, III – 370 kg K/ha.

cznej. W tej fazie owoce charakteryzowała o 11% wyższa zawartość Cu niż owoce niedojrzałe. W miarę dalszego dojrzewania jej zawartość nie ulegała istotnym zmianom.

Zastosowanie potasu w niższych dawkach nie wywołało istotnych zmian w koncentracji Cu w owocach odmiany Bronowicka Ostra. Natomiast w odmianie Długa z Mor zanotowano w owocach niedojrzałych podwyższoną zawartość Cu o 10% po zastosowaniu dawki 270 kg potasu w stosunku do dawki najniższej.

Dalsze zwiększanie dawki potasu nie powodowało istotnych zmian w zawartości miedzi. Wyniki doświadczeń podane w piśmiennictwie wykazały również brak jednoznacznego wpływu zróżnicowanego nawożenia potasowego na zawartość miedzi w innych roślinach.

Z badań Kuszelewskiego i Goźlińskiego (8) wynika, że ilość tego pierwiastka w zbożach na ogół nie zależała od zwiększonego poziomu nawożenia NPK. Mercik i współaut. (9) stwierdzili, że nawożenie potasowe w małym stopniu wpłynęło na zawartość miedzi w burakach ćwikłowych i selerach. Natomiast Nurzyński (10) w doświadczeniu z kapustą i jarmużem wykazał, że wzrastające dawki nawożenia potasowego powodowały niewielki spadek zawartości miedzi.

Mangan. Średnia zawartość manganu w owocach odmiany Bronowickiej Ostrej, po zastosowaniu dawki 190 kg potasu, wynosiła 18,08 mg/kg s. m., a odmiany Długiej z Mor – 17,87 mg/kg s. m. (tab. 1). W obu odmianach zaobserwowano obniżenie zawartości tego pierwiastka w miarę dojrzewania owoców.

Zastosowanie podwyższonych dawek nawożenia potasowego modyfikowało koncentrację Mn w owocach niedojrzałych odmiany Długiej z Mor. Przy dawce 270 kg potasu zanotowano podwyższoną zawartość Mn o 10% w stosunku do niższej dawki. W owocach odmiany Bronowickiej Ostrej nie zanotowano istotnego wpływu stosowania podwyższonych dawek na zawartość manganu. Uzyskane wyniki znalazły potwierdzenie w badaniach prowadzonych przez Mercika i współaut. (9) oraz Kuszelewskiego i Goźlińskiego (8) nad innymi roślinami.

Cynk. Zawartość cynku w owocach obu odmian była zróżnicowana i wynosiła 32,64 mg/kg s. m. w owocach odmiany Bronowickiej Ostrej i 39,21 mg/kg s. m. – Długiej z Mor przy zastosowaniu najniższego poziomu potasu (tab. 2). Ilość tego pierwiastka była podobna we wszystkich fazach dojrzałości owoców odmiany Długiej z Mor. Większe zróżnicowanie w zależności od fazy dojrzałości zanotowano w owocach odmiany Bronowicka Ostra. Owoce niedojrzałe zawierały o 7,6% więcej cynku niż w fazie dojrzałości technologicznej i o 11,2% więcej niż owoce dojrzałe, przy zastosowaniu najniższej dawki potasu. Zastosowanie 270 kg potasu pogłębiało to zróżnicowanie odpowiednio o 14 i 18,5%.

W literaturze są różne opinie dotyczące wpływu nawożenia mineralnego na zawartość tego składnika. Według Rutkowskiej i współaut. (11) ilość cynku nie wykazuje określonego kierunku zmian pod wpływem różnych kombinacji nawozowych. Natomiast Kuszelewski i Goźliński (8) podają, że wzrost dawek NPK zwiększa ilość cynku w ziarnie zbóż.

Żelazo. Owoce papryki cechują się dużą zawartością żelaza. Średnia zawartość tego składnika w owocach z obiektów o najniższym poziomie nawożenia potasowego odmiany Bronowicka Ostra wynosiła 100,6 mg/kg s. m., a Długiej z Mor 105,7 mg/kg (tab. 2). W obu odmianach zanotowano obniżenie poziomu żelaza w owocach w fazie dojrzałości technologicznej w stosunku do owoców niedojrzałych i ponowny wzrost w fazie pełnej dojrzałości.

Zastosowanie podwyższonych poziomów nawożenia potasowego powodowało większe gromadzenie się żelaza w owocach papryki w stosunku do najniższej dawki potasu. W owocach niedojrzałych odmiany Bronowickiej Ostrej zanotowano wzrost zawartości żelaza o 16,6%, a odmiany Długiej z Mor o 5,1% i 7,95% po zastosowaniu dawki 270 i 370 kg potasu.

P o t a s. Owoce badanych odmian papryki posiadały podobną zawartość potasu. Przy najniższym poziomie nawożenia potasowego wartość średnia dla odmiany Bronowickiej Ostrej wynosiła 2,98%, a dla Długiej z Mor 2,89% s. m. (tab. 3). **B o r s z e k i i**

Tab. 2. Zawartość cynku i żelaza w owocach papryki (mg/kg s.m.)
Zinc and iron content in fruits of pepper (mg/kg dry m.)

Odmiany Poziomy nawożenia	Bronowicka Ostra			Długa z Mor			$\bar{x}$		NIR P = 0,05
	fazy dojrzałości						Bronowicka Ostra	Długa z Mor	
	1	2	3	1	2	3			
	Zn								
I	34,83	32,18	30,90	40,01	39,05	38,58	32,64	39,21	1,269
II	38,16	32,89	32,60	41,56	39,50	39,97	34,55	40,34	
III	34,97	36,36	36,61	39,53	39,52	40,95	35,98	40,00	
	Fe								
I	103,91	94,41	103,44	109,80	101,30	105,93	100,59	105,68	2,676
II	121,27	104,83	113,83	115,45	109,13	112,00	113,30	112,19	
III	121,21	100,50	109,38	118,53	104,28	116,39	110,36	113,07	

Objaśnienia jak w tab. 1.

Tab. 3. Zawartość potasu w owocach papryki (% s.m.)
Potassium in fruits of pepper (% in dry m)

Odmiany	Poziomy nawożenia	Fazy dojrzałości			$\bar{x}$	NIR P = 0,05
		1	2	3		
Bronowicka Ostra	I	3,123	2,960	2,873	2,985	0,208
	II	3,344	3,076	3,320	3,247	
	III	3,147	2,856	3,128	3,044	
Długa z Mor	I	2,927	2,894	2,863	2,895	
	II	3,083	3,168	3,100	3,117	
	III	3,141	2,948	3,409	3,166	

współaut. (1) podają zakres zawartości potasu w owocach papryki od 3,4 do 4,9% s. m. w zależności od odmiany.

W owocach odmiany Bronowickiej Ostrej zanotowano większe zróżnicowanie zawartości K niż w odmianie Długiej z Mor w zależności od fazy dojrzałości i stosowania zróżnicowanego nawożenia potasowego. Owoce niedojrzałe zawierały o 5,2% więcej K niż w fazie dojrzałości technologicznej i o 8% niż owoce dojrzałe przy zastosowaniu najniższego poziomu potasu. Zastosowanie wyższej dawki potasu – 270 kg spowodowało podwyższenie zawartości potasu w owocach niedojrzałych o 8%.

WNIOSKI

1. Zawartość badanych mikroelementów i potasu zmieniała się w miarę dojrzewania owoców. Najwyższą zawartość żelaza, manganu i potasu posiadały owoce niedojrzałe obu odmian, a miedzi w fazie dojrzałości technologicznej.

2. Z badanych dawek nawożenia potasowego dawka 270 kg powodowała podwyższenie zawartości żelaza i miedzi w owocach badanych odmian papryki.

PIŚMIENNICTWO

1. Borszeki J., Kepes J., Kotlay L., Sarudi L.: Classification of Paprika Quality Using Pattern Recognition Methods Based on Elemental Composition. *Acta Alimentaria*, 15, 93-100, 1986.
2. Cornillon P.: Croissance et développement du piment doux sous serre. *Pep. Hort. Mar.*, 148, 41-45, 1974.
3. Czilingirov B., Despotova A., Gyurov St., Spasov Sp.: Ascorbic Acid, Dry Substance Mineral Contents, and Caloryfic Values of Hothouse Green Papers. *Klug. Zdravepoz.*, 14, 63-68, 1971.
4. Czu ba R.: Badania nad pobieraniem mikroelementów przez rośliny uprawne w warunkach polowych. *Roczn. Nauk Roln.*, s. A. 96, 1, 5-28, 1969.
5. Hoffmann M., Golcz, Kozak E.: Pobieranie makroskładników przez paprykę (*Capsicum annuum* L.) odm. Poznańska Słodka przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym. *Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn.*, PTPN, XLIN, 78-86, 1980.
6. Kabata-Pendias A., Gajda J., Gałczyńska B.: Wpływ nawozów potasowych i fosforowych na zawartość pierwiastków śladowych w trawach. *Pam. Puł.*, 22, 231-242, 1966.
7. Karimian-Teherani D., Rehwoldt R., Washüttl J., Kiss J.: Activation Analysis of Trace Elements in Paprika. *Acta Aliment. Acad. Sci. Hung.*, 4, 405-412, 1975.
8. Kuszelewski L., Goźliński H.: Działanie wysokich dawek nawozów mineralnych na glebach bielicowych lekkich. Cz. IV. Zawartość makro- i mikroskładników w plonach przy różnych poziomach nawożenia roślin w płodozmianie pięciopolowym. *Rocz. Nauk Roln.*, s. A. 96, 4, 151-197, 1970.
9. Mercik S., Góralski J., Goźliński H.: Wpływ współdziałania potasu z magnezem oraz potasu z sodem na plonowanie i skład chemiczny kilku roślin. *Rocz. Nauk Roln.*, s. 101, 3, 103-122, 1976.
10. Nurzyński J.: Wpływ makro- i mikroskładników na niektóre wskaźniki wartości odżywczej kapusty białej i jarmużu. Cz. I. Wpływ na plon i zawartość składników mineralnych. *Rocz. Nauk Roln.*, s. A. 99, 2, 49-59, 1973.
11. Rutkowska U., Zielińska Z., Rutkowski A.: Wpływ nawożenia mineralnego NPK i mikroelementów na zawartość miedzi, cynku i manganu w ziarnie pszenicy. *Rocz. Nauk Roln.*, s. A. 99, 2, 39-47, 1973.
12. Seidler M.: Wpływ nawożenia potasowego na przebieg pobierania składników pokarmowych przez krajowe odmiany kukurydzy. *Pam. Puł.*, 14, 267-298, 1964.

SUMMARY

In the field experiments the content of Mn, Fe, Zn, Cu and K in fruit of *Capsicum annuum* L var. Długa z Mor and Bronowicka Ostra was investigated at three potassium fertilizing levels.

The mineral composition was determined when the fruits were at different stages: unripe (green fruit), technological ripeness (browish - green fruit), and physiological ripeness stage (red fruit).

The Fe, Mn, Cu and K contents were different at different stages of fruit ripening. The highest Cu content was in fruit at the technological ripeness stage, but Fe, Mn and K in unripe fruit. The most favourable effect on Cu and Fe content in pepper fruit was exerted by potassium at the rate of 270 kg K/ha.