

WPLYW NAWOŻENIA MIKROELEMENTAMI NA GROMADZENIE SKŁADNIKÓW MINERALNYCH PRZEZ FASOŁĘ ZWYCZAJNĄ

Andrzej Kotecki, Ewa Janeczek

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Potrzeby nawozowe roślin strączkowych w stosunku do molibdenu i boru są bardzo małe, jednak w Polsce niedobór tych pierwiastków występuje na obszarze 40% gleb [BURKIN 1976; DUDZIAK i in. 1981; GORLACH 1985]. Molibden odgrywa istotną rolę w przemianach azotu. Wykazano następczy wpływ doglebowego nawożenia Mo na plonowanie fasoli zwyczajnej [DOMSKA i in. 1989]. Pod wpływem nawożenia $0,25 \text{ kg Mo}\cdot\text{ha}^{-1}$ uzyskano we wszystkich latach badań wzrost zawartości (od 3,8 do 27%) łatwo strawnych białek prostych.

IBUPOTO i KOTECKI [1994] z trzech lat badań, pod wpływem dolistnego dokarmiania mieszaniną $\text{Mo} - 40 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1} + \text{B} - 169 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, uzyskali wzrost plonu nasion soi w porównaniu z kontrolą o 6%. Dolistne dokarmianie grochu Mo w fazie pąkowania zwiększało plony nasion o 4%, a w fazie 5–6 liści o 5% [JASIŃSKA, KOTECKI 1990; KOTECKI 1990]. Pod wpływem nawożenia grochu dawką $59,5 \text{ g Mo}\cdot\text{ha}^{-1}$, zwiększyła się zawartość tego mikroskładnika w nasionach, w porównaniu z kontrolą, o 24% [KOTECKI 1990].

Nawożenie fasoli zwyczajnej $\text{N} + \text{Mo}$ zwiększało plony nasion, w porównaniu z kontrolą od 90 do 200%. Najwyższe plony nasion uzyskiwano przy dawce $70\text{--}100 \text{ g Mo}\cdot\text{ha}^{-1}$ [AMANE i in. 1999]. CORREA i in. [1990] uzyskali najwyższą masę nasion z rośliny przy dokarmianiu fasoli zwyczajnej dawką $14 \text{ g Mo}\cdot\text{ha}^{-1} + 0,6 \text{ g Co}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Celem badań było określenie wpływu dokarmiania dolistnego fasoli zwyczajnej Mo, B i $\text{Mo} + \text{B}$ na plony i nagromadzenie makro- i mikroskładników w nasionach, łodygach oraz korzeniach fasoli.

Material i metody

W latach 1998–1999 w Pawłowicach k. Wrocławia badano nagromadzenie makro- i mikroskładników w nasionach, w słomie i korzeniach trzech odmian fasoli zwyczajnej: Longina, Małopolanka i Mela, pod wpływem dolistnego dokarmiania mikroskładnikami (obiekt kontrolny, B, Mo i $\text{Mo} + \text{B}$). Doświadczenia zakładano w układzie „split-plot”. Fasolę uprawiano po pszenicy ozimej, na glebie kompleksu pszennego dobrego o zróżnicowanej w latach zasobności dostępne w składniki pokarmowe (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Zawartość składników pokarmowych w glebie przed siewem
Concentration of components in soil before sowing

Lata; Years	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Mo	B	pH _{KCl}
	mg·100 g ⁻¹			mg·kg ⁻¹		
1998	42,1	19,6	5,1	0,07	1,4	6,3
1999	17,1	19,2	7,4	0,09	0,8	5,2

Ze względu na wysoką i bardzo wysoką zasobność gleby w P₂O₅ oraz średnią w K₂O nie stosowano nawożenia fosforowo-potasowego. Azot stosowano przedsięwzięcie w dawce 30 kg N·ha⁻¹, a mikroskładniki na początku formowania pąków kwiatowych w dawce – 48 g Mo·ha⁻¹ i 169 g B·ha⁻¹. Liczba wysianych nasion na 1 m², zależała od masy 1000 nasion i wynosiła dla odmiany: wielkonasiennej Longina – 25 szt., średnionasiennej Małopolanka – 30 szt. i drobnonasiennej Mela – 50 szt. Fasolę wysiewano na przełomie I i II dekady maja stosując rozstaw rzędów 15 cm. Plony nasion przeliczono do stałej zawartości wody wynoszącej w nasionach 13%, a w słomie i korzeniach 15%. Analizy chemiczne na zawartość makroskładników wykonano następującymi metodami: Kjeldahla – azot ogólny, fotometrii płomieniowej K i Ca, kolorymetryczną P i Mg. Zawartość mikroskładników określono metodą absorpcyjnej spektroskopii atomowej (ASA).

Sumy opadów i temperatur podczas wegetacji (kwiecień–wrzesień) stanowiły następujący procent średniej wieloletniej w 1998 r. odpowiednio – 96% i 109%, a w 1999 r. – 76% i 115%.

Wyniki i dyskusja

Średnio za dwa lata badań czynnikiem różnicującym plony nasion fasoli i masę resztek poźniowych (słoma + korzenie) były odmiany, a w małym stopniu dolistne dokarmianie B, Mo lub B + Mo. Najwyższe plony nasion i słomy fasoli uzyskano z odmiany Małopolanka i były one wyższe, w porównaniu z odmianą Longina o 31 i 16%, a z odmianą Mela odpowiednio o 23 i 24% (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Plonowanie fasoli zwyczajnej (t·ha⁻¹)
Yielding of french bean (t·ha⁻¹)

Wyszczególnienie; Specification	Nasiona; Seeds	Słoma; Straw	Korzenie; Roots
Odmiany; Cultivars			
Longina	1,85	2,03	0,40
Małopolanka	2,69	2,41	0,56
Mela	2,07	1,82	0,57
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,09	0,10	0,04
Mikroskładniki; Micronutrients			
0	2,21	2,15	0,49
B	2,18	2,12	0,52
Mo	2,24	2,06	0,52
B + Mo	2,17	2,02	0,51
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	r.n.; n.s.	0,09	r.n.; n.s.

Pomimo niskiej i średniej zasobności gleby w dostępny B i Mo nawożenie tymi pierwiastkami nie miało wyraźnego wpływu na plony nasion fasoli. W

światowym piśmiennictwie istnieją przykłady zwwyżki plonów nasion fasoli pod wpływem nawożenia Mo nawet o 200 % [AMANE i in.1999; CORREA i in. 1990].

Podstawowym czynnikiem różnicującym w nasionach, słomie i korzeniach zawartość makro- i mikrośladników były odmiany fasoli (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Zawartość makro- i mikrośladników w nasionach,
słomie i korzeniach fasoli zwyczajnej
Contents of macro- and micronutrients in seeds,
straw and roots of french bean

Wyszczególnienie Specification	%					mg·kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	B	Mo	Fe
Nasiona; Seeds											
Odmiany; Cultivars											
Longiana	3,94	0,45	1,48	0,15	0,22	7,4	37	11	9,0	2,6	87
Małopolanka	3,70	0,42	1,48	0,08	0,20	7,8	35	12	10,0	3,3	80
Mela	3,67	0,42	1,55	0,22	0,24	8,3	36	14	9,2	2,8	78
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,05	0,01	0,05	0,02	r.n.	0,1	1	1	r.n.	r.n.	4
Mikrośladniki Micronutrients											
0	3,76	0,43	1,53	0,16	0,21	7,8	36	12	9,2	1,8	82
B	3,77	0,44	1,52	0,15	0,21	7,9	36	12	9,3	1,8	82
Mo	3,74	0,43	1,48	0,14	0,24	7,8	35	12	9,3	3,7	81
B + Mo	3,82	0,44	1,48	0,16	0,21	7,8	36	13	9,8	4,2	82
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,05	0,01	0,06	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	1,1	r.n.
Słoma; Straw											
Odmiany; Cultivars											
Longiana	1,06	0,14	2,03	1,32	0,33	5,9	30	59	35,1	1,3	354
Małopolanka	0,73	0,10	2,23	1,32	0,34	5,3	19	52	32,5	0,6	217
Mela	1,13	0,13	2,17	1,14	0,38	4,9	24	50	31,4	1,5	210
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,07	0,01	0,10	0,09	0,04	0,4	2	5	1,63	0,6	26
Mikrośladniki Micronutrients											
0	0,98	0,12	2,10	1,21	0,34	5,3	24	54	32,9	0,6	265
B	0,96	0,12	2,17	1,18	0,35	5,5	25	56	34,4	0,7	270
Mo	0,97	0,12	2,14	1,18	0,36	5,3	24	53	32,9	1,5	256
B + Mo	0,1	0,12	2,16	1,21	0,36	5,4	24	52	31,9	1,8	250
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,7	r.n.
Korzenie; Roots											
Odmiany; Cultivars											
Longiana	0,88	0,11	1,33	0,48	0,26	5,6	19	49	13,5	1,4	1794
Małopolanka	0,80	0,09	1,36	0,49	0,24	6,9	18	49	11,8	1,1	1545
Mela	0,81	0,11	1,05	0,52	0,28	5,0	16	34	11,3	2,0	1208
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,03	0,01	0,09	r.n.	r.n.	0,5	1	7	0,5	0,6	93
Mikrośladniki Micronutrients											
0	0,83	0,11	1,30	0,50	0,26	6,0	18	43	12,1	1,1	1490
B	0,83	0,11	1,22	0,49	0,26	5,8	18	44	12,3	1,3	1518
Mo	0,83	0,10	1,24	0,51	0,25	5,7	17	44	12,1	1,8	1516
B + Mo	0,84	0,11	1,23	0,49	0,28	5,9	18	46	12,3	1,9	1538
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n.; n.s. – różnice nieistotne; differences not significant

Tabela 4; Table 4

Nagromadzenie makro- i mikrośladników w nasionach,
słomie i korzeniach fasoli zwyczajnej

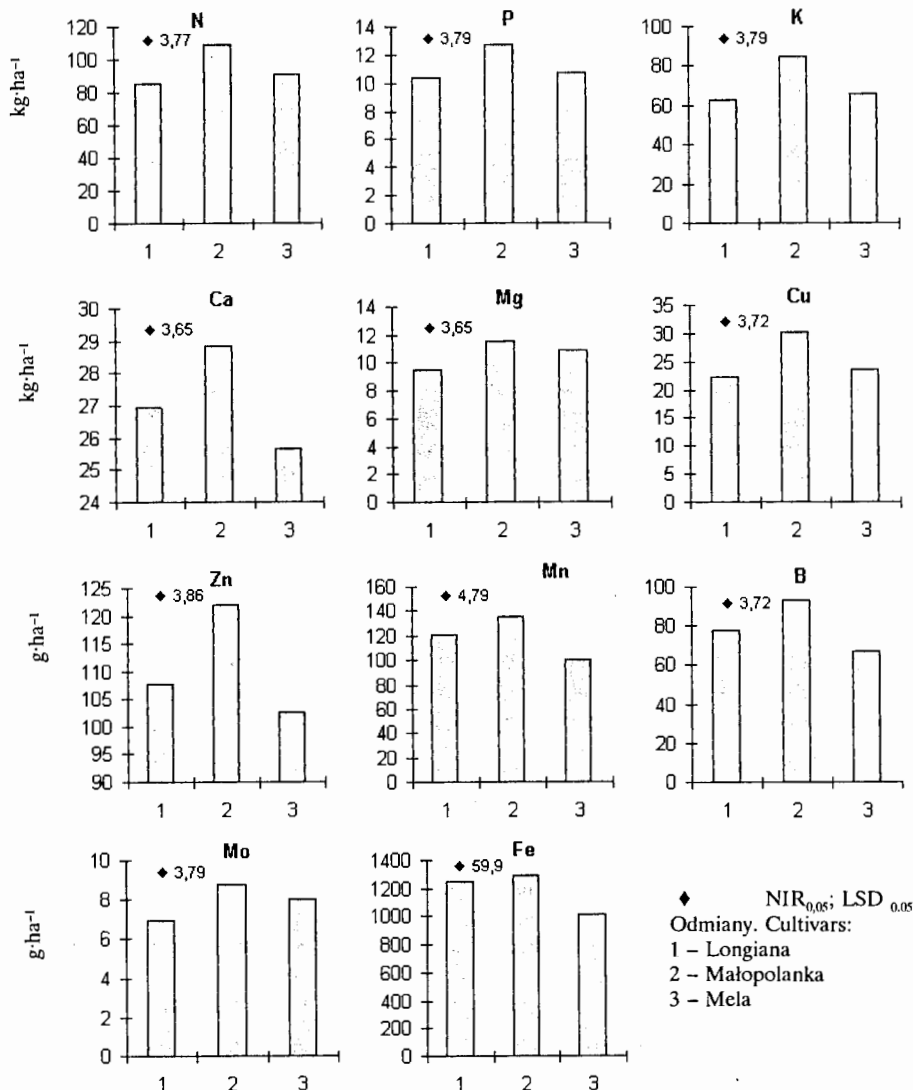
Accumulation of macro- and micronutrients in seeds,
straw and roots of french bean

Wyszczególnienie Specification	kg·ha ⁻¹					g·kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	B	Mo	Fe
Nasiona; Seeds											
Odmiany; Cultivars											
Longiana	65	7,6	23	2,5	3,6	11,5	56	17	15	4,1	143
Małopolanka	90	10,2	33	2,0	4,3	17,6	79	28	24	7,0	194
Mela	69	8,0	28	3,7	4,2	14,3	62	23	16	5,1	145
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	3	0,4	1	0,1	0,2	0,6	3	1	1	0,2	7
Mikrośladniki Micronutrients											
0	75	8,6	29	2,9	3,9	14,5	66	23	18	3,5	163
B	74	8,6	28	2,7	4,0	14,3	65	23	18	3,5	161
Mo	75	8,6	28	2,6	4,3	14,7	66	23	18	7,0	160
B + Mo	75	8,7	28	2,7	3,9	14,3	65	23	19	7,6	158
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	0,1	0,2	r.n.	r.n.	r.n.	1	0,2	r.n.
Słoma; Straw											
Odmiany; Cultivars											
Longiana	17	2,4	35	22,5	5,0	9,1	46	89	59	2,4	610
Małopolanka	15	2,0	45	24,4	6,1	9,6	35	86	64	1,3	417
Mela	18	2,1	33	19,2	5,4	6,9	34	62	46	2,1	343
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	1	0,1	2	1,1	0,2	0,4	2	4	3	0,1	19
Mikrośladniki Micronutrients											
0	18	2,3	38	23,1	5,5	8,7	40	81	57	1,2	474
B	17	2,2	38	22,3	5,5	8,8	41	82	59	1,3	485
Mo	17	2,1	37	21,5	5,4	8,3	37	78	56	2,5	441
B + Mo	17	2,1	37	21,4	5,7	8,3	37	76	52	2,9	426
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	1	0,1	r.n.	1,0	r.n.	0,3	2	3	2	0,1	19
Korzenie; Roots											
Odmiany; Cultivars											
Longiana	3,0	0,4	4,6	2,0	0,9	1,7	6	14	5	0,4	501
Małopolanka	3,8	0,4	6,2	2,5	1,1	3,0	8	21	6	0,5	682
Mela	3,9	0,5	5,1	2,7	1,2	2,3	7	15	5	0,8	532
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,3	r.n.	0,4	0,2	0,1	0,2	1	1	1	0,1	36
Mikrośladniki Micronutrients											
0	3,4	0,4	5,3	2,4	1,1	2,3	7	16	5	0,4	544
B	3,5	0,5	5,2	2,4	1,1	2,3	7	17	5	0,5	576
Mo	3,6	0,5	5,4	2,5	1,0	2,3	7	16	5	0,7	569
B + Mo	3,7	0,5	5,3	2,4	1,2	2,4	7	18	5	0,7	597
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,1	r.n.	r.n.	1,1	r.n.	0,1	r.n.

r.n.; n.s. – różnice nieistotne; differences not significant

Najwięcej w nasionach N, P, Zn i Fe zawierała odmiana Longiana, K, Ca, Mg, Cu i Mn odmiana Mela, a B i Mo odmiana Małopolanka. Średnia zawartość makro- i mikrośladników w nasionach kształtowała się następująco: 3,77% N;

0,43% P; 1,5% K; 0,15% Ca; 0,22% Mg; 7,8 mg Cu·kg⁻¹; 36 mg Zn·kg⁻¹; 12,4 mg Mn·kg⁻¹; 9,4 mg B·kg⁻¹; 2,8 mg Mo·kg⁻¹ i 82 mg Fe·kg⁻¹. RAKOWSKA [1983] podaje, że nasiona fasoli zawierają przeciętnie: 1,7% K; 0,14% Ca; 0,6% P; 0,17% Mg; 95 mg Fe·kg⁻¹ i 47 mg Zn·kg⁻¹. W porównaniu z kontrolą, pod wpływem nawożenia B + Mo zwiększała się w nasionach zawartość N i Mo a obniżała K. DOMSKA i in. [1989] wykazali korzystny, następczy wpływ doglebowego nawożenia Mo na plon białka i wzrost zawartości białek prostych w nasionach.



Rys. 1. Nagromadzenie składników mineralnych w nasionach, słomie i korzeniach trzech odmian fasoli

Fig. 1. Accumulation mineral components in seeds, straw and roots of three French bean cultivars

W słomie fasoli czynnik genetyczny różnicował w największym stopniu zawartość Mo. Nawożenie Mo lub Mo + B zwiększało zawartość Mo w słomie w porównaniu z kontrolą odpowiednio o 150 i 200%.

Nawożenie mikroskładnikami nie miało wpływu na zawartość makro- i mikroskładników w korzeniach, natomiast czynnik odmianowy różnicował istotnie zawartość N, P, K, Cu, Zn, Mn, B, Mo i Fe.

Nagromadzenie składników w materiale roślinnym z 1 ha to funkcja plonu i zawartości danego składnika. Czynnik genetyczny różnicował akumulację wszystkich badanych makro- i mikroskładników w nasionach, słomie i korzeniach. Fasola odmiany Małopolanka gromadziła najwięcej: w nasionach – N, P, K, Mg, Cu, Zn, Mn, B, Mo i Fe, w słomie – K, Ca, Mg, Cu, Mn i B, w korzeniach – K, Cu, Zn, Mn B i Fe (tab. 4). W porównaniu z kontrolą nawożenie Mo zwiększało w nasionach gromadzenie Mg i Mo, a nawożenie mieszaniną Mo + B powodowało wzrost pobierania Mo i B.

W słomie, w odniesieniu do kontroli, nawożenie Mo lub Mo + B zmniejszało akumulację N, P, Ca, Cu, Zn, Mn i Fe i zwiększało pobranie Mo i B. Najwięcej P, Zn, Mn, Mo i Fe gromadziła odmiana Longina, K, Ca, Mg Cu i B odmiana Małopolanka, a N odmiana Mela.

W korzeniach najwięcej N, P, Ca, Mg i Mo gromadziła odmiana Mela, a K, Cu, Zn, Mn, B i Fe odmiana Małopolanka. Nawożenie Mo + B zwiększało, w porównaniu z kontrolą, akumulację Mg, Mn i Mo.

Łączne (nasiona, słoma i korzenie) pobranie z 1 ha wszystkich badanych makro- i mikroskładników przez fasolę było największe u odmiany Małopolanka (rys. 1). Przeciętny udział nasion w akumulacji badanych pierwiastków przedstawiał się następująco (%): N – 79; P – 77; K – 39; Ca – 10; Mg – 38; Cu – 57; Zn – 59; Mn – 19; B – 23; Mo – 68; Fe – 13.

Wnioski

1. Plony nasion, słomy, masę korzeni do głębokości 20 cm, zwartość i nagromadzenie makro- i mikroskładników różnicował przede wszystkim czynnik genetyczny, a w znacznie mniejszym stopniu nawożenie mikroskładnikami.
2. Najwyższe plony nasion ($2,69 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i słomy ($2,41 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) fasoli uzyskano z odmiany Małopolanka.
3. Dolistne dokarmianie fasoli molibdenem lub łącznie molibdenem z borem, zastosowane na początku formowania pąków kwiatowych powodowało między innymi:
 - zwiększenie zawartości Mo w nasionach i w słomie oraz nagromadzenie w nasionach słomie i korzeniach Mo, a w nasionach B;
 - zmniejszenie w słomie nagromadzenia P, Ca, Cu, Zn, Mn, B i Fe.
4. W plonie nasion z 1 ha przeciętne nagromadzenie substancji mineralnej było następujące:
 - makroskładniki ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): N – 75; K – 28; P – 8,6; Ca – 2,7 i Mg – 4
 - mikroskładniki ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$): Cu – 14,4; Zn 65; Mn – 23; B – 18,2; Mo – 5,4 i Fe – 160.
5. Udział nasion, słomy i korzeni w łącznym nagromadzeniu składników mi-

neralnych był zróżnicowany. Decydujący wpływ na nagromadzenie: N, P, Cu, Zn i Mo miały nasiona; K, Ca, Mg, Mn i B – słoma, a Fe – korzenie.

Literatura

- AMANE M.I.V. VIELRA C., NOVAIS R.F., ARAUJA G.A.A. 1999. *Nitrogen and molybdenum fertilization of the common bean crop in the „Zona da Mata” region, Minas Gerais*. Revista Brasileira de Ciencia do Solo 23(3): 643–650.
- BURKIN I. 1976. *Znaczenie molibdenu w produkcji rolniczej*. PWRiL Warszawa: 5–318.
- CORREA J.R.V., NETTO A.J., REZENDE P.M. DE, ANDRADE L.A. DE B., DE REZENDE P.M. DE, IUNQUEIRA-NETTO A. 1990. *Effects of Rhizobium, molybdenum and cobalt on Phaseolus vulgaris cv. Carioca*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 25(4): 513–519.
- DOMSKA D., BENEDYCKA Z., KRAUZE A. 1989. *Wpływ następczy nawożenia molibdenem na zawartość związków azotowych w fasoli*. Acta Akad. Agricult. Techn. Ols. Agricultura 48: 99–106.
- DUDZIAK S., BARTUZI J., RZEPLIŃSKI H. 1981. *Zawartość mikroelementów w nasionach i słomie niektórych odmian roślin strączkowych*. Pam. Puławski 76: 191–205.
- GORLACH E. 1985. *Teoria i praktyka nawożenia mikroelementami*. Frag. Agron. 1(5): 3–12.
- IBUPOTO A.A., KOTECKI A. 1984. *Wpływ doglebowego nawożenia azotem i dolistnego mikroelementami na rozwój i plonowanie soi odmiany Polan. Cz. II. Cechy struktury plonu i plonowanie*. Biul. IHAR 190: 153–159.
- JASIŃSKA Z., KOTECKI A. 1990. *Wpływ molibdenu na rozwój i plonowanie grochu*. Roczn. Nauk Rol. Ser. A. 108: 163–172.
- KOTECKI A. 1990. *Wpływ dolistnego nawożenia molibdenem na plonowanie odmian grochu*. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo LII: 121–132.
- RAKOWSKA M. 1983. *Możliwości poprawy ilości i jakości białka w roślinach strączkowych w procesach hodowlanych ze szczególnym uwzględnieniem fasoli*. Hod. Rośl. 4: 7–13.

Słowa kluczowe: fasola zwyczajna, nawożenie mikroelementami, gromadzenie makro- i mikroskładników

Streszczenie

W latach 1998–1999 w Pawłowicach k. Wrocławia badano nagromadzenie składników mineralnych w nasionach, słomie i korzeniach fasoli zwyczajnej trzech odmian: Longina, Małopolanka i Mela, pod wpływem dolistnego dokarmiania mikroskładnikami – B, Mo i Mo + B. Doświadczenie założono w układzie „split-plot”.

Plony nasion, słomy, masę korzeni do głębokości 20 cm, zwartość i nagromadzenie makro- i mikroskładników różnicował przede wszystkim czynnik genetyczny odmiany, a w znacznie mniejszym stopniu nawożenie mikroskładnikami.

Z badanych makroskładników nasiona nagromadziły najwięcej (w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) N – 95, a następnie kolejno mniej K – 28; P – 8,6; Mg – 4 i Ca – 2,7 natomiast akumulacja mikroskładników była następująca ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$): Cu – 14,4; Zn – 65; Mn – 23; B – 18,2; Mo – 5,4 i Fe – 160. Nawożenie mikroskładnikami zwiększało nagromadzenie przede wszystkim Mo i B.

Udział nasion, słomy i korzeni fasoli w łącznym nagromadzeniu składników mineralnych był zróżnicowany. Decydujący wpływ na nagromadzenie: N, P, Cu, Zn i Mo miały nasiona; K, Ca, Mg, Mn i B – słoma; Fe – korzenie.

EFFECT OF FERTILIZATION WITH MICROELEMENTS ON ACCUMULATION OF MINERAL ELEMENTS IN FRENCH BEANS

Andrzej Kotecki, Ewa Janeczek

Department of Crop Production, University of Agriculture, Wrocław

Key words: french bean, fertilization microelements, accumulation macro- and micronutrients

Summary

In 1998–1999 the experiments in split-plot design were carried out on the experimental plots of Pawłowice, near Wrocław. Three cultivars of French bean (Longina, Małopolanka and Mela) were used to the study on accumulation of minerals in seeds, straw and roots after foliar fertilization with B and Mo applied separately, and in Mo + B combination.

The yields of seeds, straw, and root mass down to 20 cm depth, accumulation and contents of macro- and micronutrients were primarily dependent on genetic factors, and to much smaller extent, on fertilizer contained micronutrients.

The accumulation of macronutrients (kg per ha) in seeds was as follows: N – 95; K – 28; P – 8.6; Mg – 4, Ca – 2.7, while the accumulation of micronutrients ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$) averaged: 14.4 – Cu; 65 – Zn; 23 – Mn; 18.2 – B; 5.4 – Mo, 160 – Fe. Fertilization with micronutrients increased mainly Mo and B accumulation.

In total, the accumulation of minerals in seeds, straw and roots varied; seeds showed a decisive impact on N, P, Cu, Zn and Mo accumulation, the straw was primarily affected by K, Ca, Mg, Mn and B, and the root system was mostly susceptible to Fe fertilizer.

Prof. dr hab. Andrzej **Kotecki**
Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza
ul. C. K. Norwida 25
50–375 WROCŁAW