

ALEKSANDRA GŁOWACKA

Katedra Produkcji Roślinnej i Agrobiznesu

Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wpływ dolistnego nawożenia mikroelementami i środków ochrony roślin na plonowanie fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.)

The effects of foliar micronutrients fertilization and of means of plant protection on yielding of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Fasola zwyczajna jest rośliną o wysokich walorach odżywczych. Jej nasiona zawierają wartościowe białko o korzystnym składzie aminokwasowym. Plonowanie fasoli, tak jak i innych roślin zależy od nawożenia, zarówno makroelementami jak i mikroelementami. Mikroelementy wpływają dodatnio na pobieranie przez rośliny składników pokarmowych, wzmagają procesy fizjologiczne oraz determinują wysokość i jakość plonów. Celem badań była ocena wpływu wieloskładnikowego nawozu dolistnego i środków ochrony roślin na plonowanie i cechy morfologiczne fasoli zwyczajnej odmiany Mela. Trzyletnie doświadczenie polowe przeprowadzono w gospodarstwie indywidualnym położonym we wsi Frankamionka, powiat zamojski. Przed zbiorem roślin określono elementy struktury plonu, a po zbiorze — plon ogólny i handlowy. Zastosowanie nawozu dolistnego zwiększało wyraźnie plon nasion fasoli, wpływało również korzystnie na liczbę strąków i nasion z jednej rośliny. Najwyższy plon uzyskano przy łącznym stosowaniu nawozu dolistnego oraz środków ochrony roślin.

Słowa kluczowe: fasola zwyczajna, mikroelementy, nawożenie dolistne

The common bean is characterized by a high nutritive value. Its seeds contain a valuable protein showing a favourable composition of essential amino acids. Like in the case of other plants, the height and quality of bean yield depended on fertilization with macro-and microelements. Microelements positively affect the absorption of nutrients and intensify physiological processes in plants. The aim of this study was to assess the influence of a foliar fertilizer and means of plant protection on yield and morphological characteristics of the common bean cv. Mela. The 3 year experiment was carried out in the village of Frankamionka near Zamość. The elements of yield structure were assessed before plant harvest, and total and trade seed yield was estimated after harvest. The application of a foliar fertilizer considerably increased the yield of bean seeds. Moreover, it positively affected the number of pods and seeds from one plant. The highest seed yield was obtained by the combined application of foliar fertilizer and means of plant protection.

Key words: common bean, microelements, foliar fertilization

WSTĘP

Fasola pod względem powierzchni uprawy i zbioru na świecie zajmuje wśród roślin strączkowych drugie miejsce po soi. Jej nasiona zawierają wysokowartościowe białko, o korzystnym składzie aminokwasowym i stanowi ona ważny składnik w diecie ludzi (Graham i Ranalli, 1997; Kubiak, 1994). Fasola zawiera również wiele cennych pierwiastków mineralnych i witamin, niezbędnych dla organizmu człowieka (Czapla i Nowak, 1995; Wróbel i Marska, 1998). O wysokości plonowania i jakości plonu obok właściwości genetycznych roślin decyduje nawożenie i to nie tylko makroelementami, ale również mikroskładnikami, tj. bor, miedź, cynk i inne (Wróbel i Gregorczyk, 2002). Przy wysokich plonach roślin uprawnych i zwiększonym pobraniu składników pokarmowych mogą powstać niedobory mikroelementów w roślinie i zubożenie w nie gleby (Gembarzewski, 2000). Natomiast niedobór mikroelementów może spowodować znaczny spadek plonu roślin i jednocześnie zmienić jego cechy jakościowe. Zaletą dolistnego dokarmiania roślin mikroelementami jest większa jego efektywność, uwarunkowana brakiem strat jakie mogą zachodzić w środowisku glebowym. Rośliny motylkowe grubonasienne reagują bardzo pozytywnie na dokarmianie mikroelementami. Janeczek i in. (2004) stosując dolistne dokarmianie fasoli borem i molibdenem wykazali wzrost plonów nasion o 3%. Natomiast Amane i wsp. (1999) nawożąc fasolę azotem i molibdenem, stwierdzili wzrost plonowania o 90% a nawet 200%.

Celem badań była ocena wpływu wieloskładnikowego nawozu dolistnego i środków ochrony roślin na plonowanie i cechy morfologiczne fasoli zwyczajnej uprawianej na suche nasiona.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004–2006, w gospodarstwie indywidualnym położonym we wsi Frankamionka, w powiecie zamojskim. Doświadczenie zlokalizowano na glebie o składzie granulometrycznym pyłu ilastego, lekko kwaśnej (pH 1n KCl — 6,5), o zawartości próchnicy 1,9%. Gleba zawierała następujące ilości przyswajalnych form makro i mikroelementów (w mg·kg⁻¹ gleby): P — 66, K — 84, Mg — 88; B — 0,9, Fe — 890, Zn — 19,8, Cu — 5,7, Mn — 134. Eksperyment realizowano jako jednoczynnikowy, metodą losowanych podbloków, w czterech powtórzeniach. Schemat badań obejmował następujące warianty: A- obiekt kontrolny (bez nawożenia dolistnego i środków grzybobójczych i owadobójczych), B — nawóz dolistny PLONOVIT S (zawierający N, Mg, B, Cu, Co, Mn, Mo, Zn, Fe i Ti), w dawce 1 L·ha⁻¹ tuż przed kwitnieniem roślin, C — PLONOVIT S (w dawce 1 L·ha⁻¹ tuż przed kwitnieniem roślin) + Pencozeb 80 WP w dawce 2 kg·ha⁻¹ (substancja biologicznie czynna mankozeb) + Owdofos płynny 50 w dawce 1 L·ha⁻¹ (substancja biologicznie czynna fenitrotion).

Przedmiotem badań była fasola zwyczajna odmiana Mela, uprawiana na suche nasiona. Jest to odmiana bardzo wczesna, plenna. Przydatna do uprawy na terenie całego kraju, z wyjątkiem niektórych rejonów północnych. Fasolę w zależności od sezonu wegetacyjnego wysiewano pomiędzy 1 a 10 maja. Powierzchnia poletek do siewu wynosiła

18 m², a do zbioru 12 m². Fasolę wysiano w rzędach w rozstawie 45 cm, w ilości 40 szt. nasion o pełnej wartości użytkowej na 1 m². Pod roślinę zastosowano jednolite nawożenie mineralne w formie nawozu Plonovit 9 (NPK 9:24:32) w dawce N — 27, P — 30,8, K — 79,7 kg·ha⁻¹. Pozostałe elementy agrotechniki wykonano zgodnie z zaleceniami dla tej rośliny.

Suma opadów w okresie wegetacji była najwyższa w pierwszym roku badań i kształtowała się na poziomie zbliżonym dla wielolecia. W drugim i trzecim roku suma opadów była wyraźnie niższa (tab. 1). Bardzo wysokie opady wystąpiły w lipcu 2004 roku i w sierpniu w roku 2006.

Tabela 1

Opady i temperatura powietrza w miesiącach IV-IX w zestawieniu ze średnimi wieloletnimi (1971–1988) wg Stacji Meteorologicznej w Zamościu
Rainfall and air temperature in the months IV-IX as compared to the long-term mean (1971–1988), according to the Meteorological Station in Zamość

Lata — Years	Opady Rainfall (mm)						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ IV-IX
2004	46,3	50,1	34,9	145,0	71,9	36,3	384,5
2005	45,4	98,2	69,5	33,6	52,7	15,8	315,3
2006	58,4	54,0	43,5	28,3	144,8	0,8	329,8
Średnia z lat 1971–1988 Mean for 1971–1988	39,0	62,0	90,0	80,0	60,0	55,0	386,0
Lata — Years	Temperatura Temperature (°C)						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ IV-IX
2004	9,6	13,5	18,1	19,4	19,7	14,3	2891
2005	9,7	15,4	17,5	21,8	18,7	13,3	2948
2006	10,5	14,8	18,4	23,3	19,0	16,8	3141
Średnia z lat 1971–1988 Mean for 1971–1988	7,2	13,4	15,8	17,4	16,8	12,6	2544

Średnie miesięczne temperatury powietrza w okresie badań były wyższe niż w wieloleciu. Szczególnie ciepły był rok 2006, w którym suma temperatury (liczona jako suma iloczynów średniej temperatury i liczby dni miesiąca) w miesiącach IV–IX wynosiła 3141°C, natomiast w wieloleciu kształtowała się na poziomie 2544°C (tab. 1).

We wszystkich latach badań przed zbiorem fasoli na 20 losowo wybranych roślinach z każdego poletka określono: liczbę strąków z jednej rośliny, liczbę i masę nasion z jednej rośliny, liczbę i masę nasion z jednego strąka, masę tysiąca nasion. Po zbiorze określono plon całkowity i handlowy. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji (Rudnicki, 1991). Różnice między średnimi oceniono testem T-Tukeya. Istotność różnic określono z 95% prawdopodobieństwem. Zależność pomiędzy plonem a cechami morfologicznymi roślin oceniono wykorzystując współczynniki korelacji i równania regresji przy użyciu programu Statistica PL.

WYNIKI I DYSKUSJA

Odpowiednie zaopatrzenie roślin w niezbędne składniki pokarmowe jest warunkiem ich prawidłowego wzrostu i rozwoju, a efekcie wysokiego plonowania (Grzyś, 2004). U roślin motylkowych prawidłowe zaopatrzenie w makroelementy oraz w mikroelementy odgrywa również ważną rolę w przebiegu i wydajności procesu wiązania azotu atmosferycznego przez symbiotyczne bakterie *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*. Niedobór mikroelementów, zwłaszcza boru, miedzi i molibdenu może zakłócać rozwój generatywny roślin ograniczając produkcję pyłku i jego żywotność. Tytan natomiast uaktywnia procesy metaboliczne oraz stymuluje zapylenie, zapłodnienie i zawiązywanie owoców i nasion. W warunkach braku równowagi żywieniowej może dochodzić również do opadania kwiatów na roślinach. Zastosowanie wieloskładnikowego nawozu płynnego zmieniało cechy morfologiczne roślin. Sprzyjało zawiązywaniu strąków, co zaowocowało wyraźnie większą ich liczbą z rośliny, a co za tym idzie, zwiększyło również liczbę i masę nasion z rośliny. Nie wpłynęło natomiast istotnie na liczbę oraz masę nasion w strąku (tab. 2).

Tabela 2

Cechy morfologiczne fasoli zwyczajnej podczas zbioru (średnia dla lat 2004–2006)
Morphological features of common bean in harvest time (mean for 2004–2006)

Obiekt Treatment	Cechy morfologiczne — Morphological traits					
	Liczba — Number (szt.)			Masa — Weight (g)		
	strąków na roślinie pods per plant	nasion z rośliny seeds per plant	nasion w strąku seeds per pod	nasion z rośliny seeds per plant	nasion w strąku seeds in pod	1000 nasion 1000 seeds
A	9,4	33	3,2	15,5	1,62	511
B	15,1	45	3,1	21,8	1,46	482
C	16,3	58	3,7	27,8	1,64	486
Średnio Mean	13,6	46	3,3	21,7	1,57	493
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	1,0	4	0,3	1,80	0,12	5

Objaśnienia: A - obiekt kontrolny, B - PLONOVIT S, C - PLONOVIT S + Pencozeb 80 WP + Owadofos Explanations: A - control treatment, B-PLONOVIT S, C - PLONOVIT S + Pencozeb 80 WP + Owadofos fluid 50

Fasola najsilniej reaguje na brak mikroelementów, takich jak: mangan, molibden oraz cynk. Plon nasion fasoli zmieniał się istotnie pod wpływem czynnika doświadczenia. Dokarmianie roślin dolistnym nawozem wieloskładnikowym (zawierającym N, Mg, B, Cu, Co, Mn, Mo, Zn, Fe i Ti) zwiększyło istotnie, o 36,7% plon ogólny, a jeszcze wyraźniej wpłynęło na wzrost plonu handlowego nasion (o 49,5%). Amane i wsp. (1999) nawożąc fasolę zwyczajną azotem i molibdenem uzyskali wzrost plonów nasion od 90% nawet do 200%. Korzystny wpływ dokarmiania roślin mikroelementami na wysokość plonów stwierdzili również Ibupto i Kotecki (1994) w doświadczeniach z soją oraz Jasińska i Kotecki (1990) w przypadku grochu. Natomiast Kotecki i Janeczek (2000) nie stwierdzili wpływu nawożenia molibdenem i borem na plonowanie fasoli. Zastosowanie z dolistnym nawożeniem środków ochrony roślin (Pencozeb 80 WP + Owadofos płynny 50) spowodowało dalszy wzrost plonu nasion fasoli zwyczajnej o 17% w stosunku do nawożenia mikroelementami i aż o 60% w porównaniu z wariantem kontrolnym (tab. 3).

Tabela 3

Plon nasion fasoli zwyczajnej (średnio z lat 2004–2006)
The yield of common bean seeds (mean for 2004–2006)

Obiekt* Treatment	Plon ogólny (t·ha ⁻¹) Total yield (t ha ⁻¹)	Plon handlowy (t·ha ⁻¹) Trade yield (t ha ⁻¹)	Odpady (t·ha ⁻¹) Waste seeds (t ha ⁻¹)	Odpady (%) Waste seeds (%)
A	1,20	1,03	0,17	16,90
B	1,64	1,54	0,10	6,10
C	1,92	1,86	0,07	4,17
Średnio Mean	1,52	1,41	0,12	9,06
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,13	0,10	0,05	3,50

* Objasnienia A, B, C jak w tabeli 2; Explanations A, B, C as in Table 2

Niedostateczne zaopatrzenie roślin w mikroelementy powoduje zaburzenia w procesach biochemicznych, może zmieniać istotnie ich cechy jakościowe, oraz zwiększać podatność na wiele chorób grzybowych. Jednym z głównych składników, który może ograniczać porażenie roślin przez choroby jest bor, z uwagi na rolę jaką pełni przy regulacji syntezy substancji budujących ścianę komórkową (Grzyś, 2004) oraz tytan, który zwiększa odporność na choroby grzybowe i bakteryjne. Dostarczenie roślinom takich mikroelementów jak: bor, miedź, cynk, molibden, kobalt, tytan mangan ograniczyło wyraźnie, istotnie statystycznie procentowy udział nasion porażonych przez choroby (plamistość zgorzelową oraz rdzę fasoli) z 16,9% w wariancie kontrolnym do 6,1% przy dokarmianiu dolistnym. Łączne zastosowanie nawożenia dolistnego i środków ochrony roślin jeszcze silniej ograniczyło porażenie nasion. Pod wpływem nawożenia mikroelementami i środków grzybobójczych oraz owadobójczych odsetek nasion chorych zmniejszył się do 4% (tab. 2).

Analiza korelacji wykazała istnienie zależności, większości dodatnich pomiędzy wysokością plonu i oznaczonymi cechami morfologicznymi roślin (tab. 4).

Tabela 4

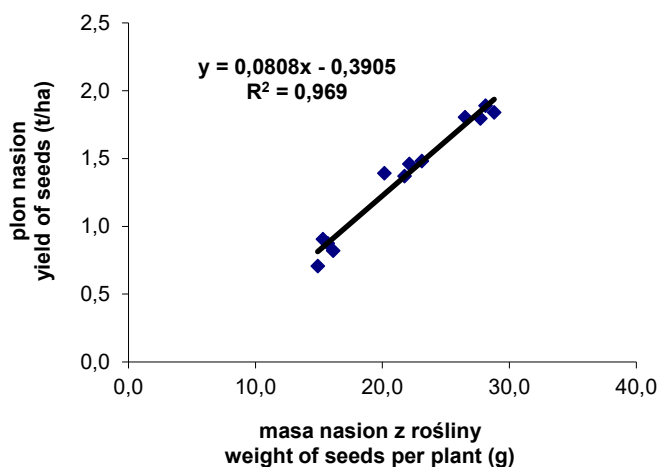
Współczynniki korelacji pomiędzy wysokością plonu i cechami morfologicznymi fasoli
Correlation coefficients between height of the yield and morphological features of beans

Cechy Traits	Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	Liczba nasion w strąku Number of seeds per pod	Masa nasion w strąku Weight of seeds in pod	Masa nasion z rośliny Weight of seeds per plant	MTN Weight of 1000 seeds
Plon handlowy Trade yield	0,923**	0,947**	0,641*	0,027	0,984**	-0,835**
% odpadów % waste seeds	-0,843**	-0,857**	-0,438	0,030	-0,816**	0,846**
Masa z rośliny Weight from plant	0,908**	0,954**	0,711**	0,083	-	-
MTN Weight of 1000 seeds	-0,896**	-0,757**	-0,269	0,360	-0,772**	-

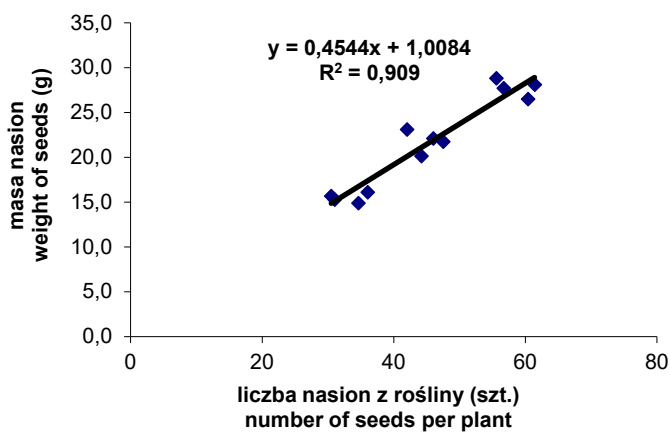
* Istotne przy $p < 0,05$, ** Istotne przy $p < 0,01$

* Significant at $p < 0,05$, ** Significant at $p < 0,01$

Ujemną korelację z wysokością plonu wykazała jedynie masa tysiąca nasion. Natomiast przeprowadzona analiza regresji pokazała, że istotną rolę w kształtowaniu wielkości plonu nasion wywierała tylko masa nasion z jednej rośliny (rys. 1). Natomiast masa nasion z rośliny zależała istotnie od liczby nasion z rośliny (rys. 2).



Rys. 1. Zależność pomiędzy plonem i masą nasion z rośliny
Fig. 1. Relationship between yield and weight of seeds from plant



Rys. 2. Zależność pomiędzy masą i liczbą nasion z rośliny
Fig. 2. Relationship between weight and number of seeds from plant

Ziemińska i wsp. (2000) analizując zależności pomiędzy cechami ilościowymi fasoli, stwierdzili istotny wpływ na masę nasion z rośliny, liczby nasion oraz masy tysiąca nasion. W prezentowanych badaniach nie potwierdzono takich zależności w stosunku do MTN. Ujemne wartości współczynników korelacji świadczą o niekorzystnym wpływie liczby strąków i nasion z rośliny na dorodność nasion fasoli (tab. 4).

WNIOSKI

Wyniki trzyletniego eksperymentu polowego pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Dolistne nawożenie fasoli zwyczajnej mikroelementami wpływało korzystnie na liczbę strąków na roślinie oraz liczbę i masę nasion z rośliny. Zwiększyło istotnie plon nasion prawie o 37%, ograniczając równocześnie odsetek nasion chorych.
2. Najwyższe plony, z najniższym udziałem chorych nasion uzyskano przy jednoczesnym nawożeniu dolistnym i stosowaniu środków ochrony roślin.
3. Wysokość plonu nasion fasoli była dodatnio skorelowana z liczbą i masą nasion z rośliny oraz liczbą strąków na roślinie. Ujemną korelację z plonem wykazała natomiast masa tysiąca nasion.

LITERATURA

- Amane M. I. V., Vielra C., Novais R. F., Arauna G. A. A. 1999. Nitrogen and molybdenum fertilization of the common bean crop in the "Zone de Mata region, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciéncia do solo* 23(3): 643 — 650.
- Czapla J., Nowak A. G. 1995. Plonowanie i jakość roślin w warunkach zróżnicowanego żywienia potasem, sodem, wapniem i magnezem. *Acta Acad. Tech. Olst. Agric.* 61: 101 — 107.
- Gembarzewski H. 2000. Stan i tendencje zmian zawartości mikroelementów w glebach i roślinach z pól produkcyjnych w Polsce. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 471: 171 — 179.
- Graham P.H., Rannalli P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*, 53: 131 — 146.
- Grzyś E. 2004. Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 502: 89 — 99.
- Ibupto A. A., Kotecki A. 1994. 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.
- Janeczek E., Kotecki A., Kozak M. 2004. Wpływ dolistnego dokarmiania mikroelementami fasoli zwyczajnej na plony oraz zawartość i nagromadzenie w plonie mikroelementów. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 502: 545 — 559.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1990. Wpływ molibdenu na rozwój i plonowanie grochu. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A*, 108: 163 — 172.
- Kotecki A., Janeczek E. 2000. Wpływ nawożenia mikroelementami na gromadzenie składników mineralnych przez fasolę zwyczajną. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 471: 353 — 360.
- Kubiak K. 1994. Światowy rynek fasoli. Materiały konferencyjne. Ogólnopolska Konferencja Naukowa. Strączkowe Rośliny Białkowe. Fasola. AR Lublin: 7 — 11.
- Rudnicki F. 1991. Doświadczalnictwo rolnicze. Praca zbiorowa. AT-R w Bydgoszczy, s.210.
- Wróbel J., Gregorczyk A. 2002. Wpływ nawożenia dolomitom na intensywność procesów wymiany gazowej u fasoli żółtostrąkowej. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.*, 484: 769 — 775.

- Wróbel J., Marska E. 1998. Wpływ nawożenia dolomitowego na koncentrację wapnia, magnezu i potasu w liściach fasoli szparagowej jako wskaźnik jej wartości biologicznej. *Biul. Magnezom.* 3(4): 199 — 205.
- Ziemińska J., Pała J., Wyrzykowska M. 2000. Zależności między cechami ilościowymi fasoli oceniane metodą ścieżek Wrighta. *Biul. IHAR* 216: 425 — 431.