

WPŁYW METOD UPRAWY I REGULACJI ZACHWASZCZENIA NA ZAWARTOŚĆ ORAZ POBRANIE MAGNEZU I WAPNIA W KUKURYDZY PASTEWNEJ

ALEKSANDRA GŁOWACKA, HANNA KLIKOCA, DARIUSZ JUSZCZAK

Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

aleksandra.glowacka@up.lublin.pl

Synopsis. W pracy przedstawiono ocenę wpływu uprawy pasowej kukurydzy pastewnej z pszenicą jarą i fasolą zwyczajną, w połączeniu z różnymi metodami regulacji zachwaszczenia, na zmiany zawartości magnezu i wapnia w biomasie kukurydzy uprawianej na kiszonkę oraz pobranie makroelementów z plonem. Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2004–2006 we wsi Frankamionka, powiat zamojski. Doświadczenie zlokalizowano na glebie brunatnej, lekko kwaśnej, o zawartości materii organicznej 1,9%, zasobność w magnez średnia. Przedmiotem badań była kukurydza pastewna, odmiana ‘Veritis’ (FAO 230–240). Uprawa pasowa sprzyjała gromadzeniu przez kukurydzę zarówno magnezu, jak i wapnia. Stosowane metody regulacji zachwaszczenia nie różnicowały istotnie zawartości magnezu i wapnia w kukurydzy. Pobranie magnezu oraz wapnia z nadziemną biomasą kukurydzy było istotnie większe w warunkach uprawy pasowej. Ilość wyniesionego magnezu i wapnia z plonem była istotnie, dodatnio skorelowana z zawartością pierwiastków w biomasie kukurydzy oraz słabiej, ale również istotnie z wielkością plonu.

Słowa kluczowe – *key words*: uprawa pasowa – *strip cropping*, regulacja zachwaszczenia – *weed control*, kukurydza – *maize*, magnez – *magnesium*, wapń – *calcium*

WSTĘP

Uprawa współrzędna stosowana jest od dawna, w różnych częściach świata. Uprawa pasowa jest formą uprawy współrzędnej, polega na uprawie dwóch lub więcej gatunków w pasach wystarczająco szerokich, aby umożliwić niezależną mechaniczną uprawę, a jednocześnie dość wąskich, by zachodziło współdziałanie czynników ekologicznych. Przeprowadzone badania potwierdzają korzystny wpływ uprawy pasowej na plonowanie roślin w porównaniu do siewu czystego [Ghaffarzadeh i in. 1994, West i Griffith 1992]. W badaniach dotyczących plonowania roślin w uprawie pasowej, stwierdzono wzrost plonu w brzeźnych rzędach pasów w porównaniu z rzędami środkowymi [Ghaffarzadeh i in. 1998, Głowacka 2008, Leosing i Francis 1999]. Uprawa pasowa wpływa nie tylko na plonowanie roślin, ale również konkurencję w pobieraniu składników pokarmowych [Francis 1986]. Li i in. [2001b] stwierdzili większą konkurencyjność pszenicy w pobieraniu składników pokarmowych (N, P, K) niż towarzyszących jej w uprawie pasowej kukurydzy czy soi. W polskim piśmiennictwie nieliczne prace dotyczą uprawy pasowej [Burczyk 2003, Głowacka 2007, 2010], zaś brak badań dotyczących wpływu uprawy pasowej na pobieranie składników pokarmowych przez rośliny. Celem prezentowanych badań była ocena wpływu uprawy pasowej kukurydzy pastewnej z fasolą zwyczajną i pszenicą jarą na zawartość i pobranie z plonem magnezu i wapnia.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004–2006 we wsi Frankamionka (50°73' N, 23°65' E), powiat zamojski, w czterech powtórzeniach w układzie zależnym split-plot. Pole doświadczalne zlokalizowano na glebie brunatnej, o składzie granulometrycznym pyłu ilastego, o odczynie lekko kwaśnym, zawartość materii organicznej 1,9%, zawartość magnezu była średnia.

Schemat badań obejmował następujące czynniki:

I. Metoda uprawy:

A) siew czysty,

B) uprawa współrzędna pasowa, która polegała na uprawie kolejno obok siebie trzech roślin: fasoli zwyczajnej, kukurydzy pastewnej i pszenicy jarej w pasach o szerokości 2,5 m każda roślina.

II. Metoda regulacji zachwaszczenia kukurydzy:

A) mechaniczna: dwukrotne opielanie międzyrzędzi,

B) mechaniczno-chemiczna: herbicyd + jednokrotne opielanie międzyrzędzi,

C) chemiczna: herbicydy – Gesaprim 90 WG 1,5 kg·ha⁻¹ + Milagro 040 SC 1,5 dm³·ha⁻¹.

Kukurydzę pastewną odmiany Veritis (FAO 230–240) wysiewano pomiędzy 25 kwietnia i 5 maja. Nawożono ją jednolitymi dawkami nawozów mineralnych w ilości N – 160 kg·ha⁻¹, P – 40 kg·ha⁻¹, K – 108 kg·ha⁻¹. Rośliny zbierano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej. Szczegółowy opis metodyki doświadczenia zamieszczono we wcześniejszej pracy [Głowacka 2008].

Corocznie przed zbiorem, z każdego poletka pobrano losowo po dwie rośliny. Dodatkowo, z każdego poletka z uprawą pasową pobrano po dwie rośliny z rzędów brzeżnych od pasa fasoli zwyczajnej i od pasa pszenicy jarej oraz z rzędu środkowego. Rośliny rozdrobiono, a następnie po wysuszeniu zmielono je i w przygotowanych próbkach, (po zmineralizowaniu na mokro (wg PN – 91 R 04014) oznaczono zawartość magnezu metodą ASA i wapnia metodą foto-płomieniową. Analizy wykonano w laboratorium Lubelskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego oddział w Sitnie. Uwzględniając oznaczoną zawartość pierwiastków w kukurydzy i wielkość wytworzonego plonu zamieszczoną we wcześniejszej pracy [Głowacka 2008] obliczono pobranie magnezu i wapnia z zebraną biomasą kukurydzy.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność różnic określono testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

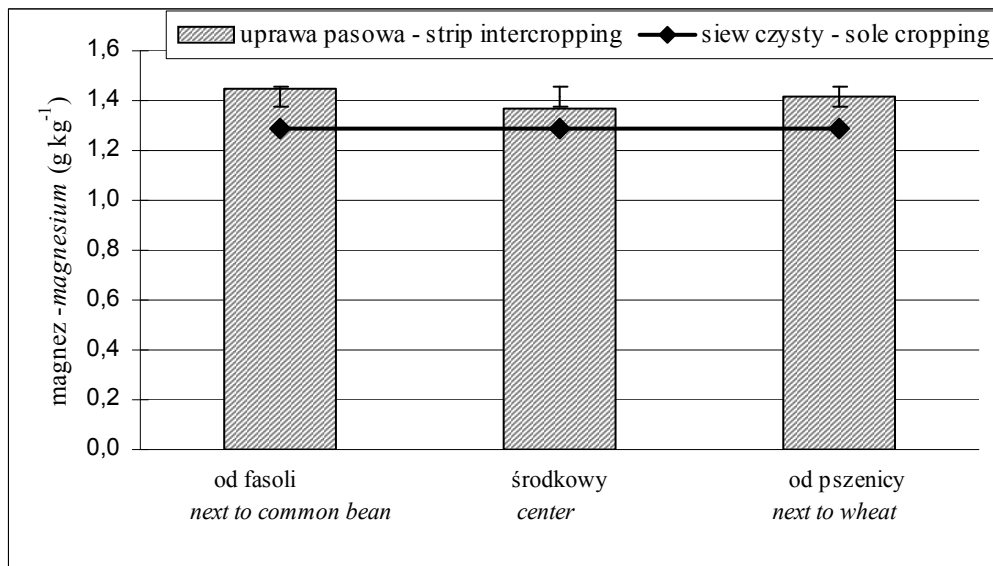
Uprawa pasowa może przynieść wiele korzyści. Zwiększa plon całkowity, chroni glebę przed erozją, pozwala na bardziej efektywne wykorzystanie składników pokarmowych [Zhang i Li 2003]. Li i in. [2001a] analizując wpływ uprawy pasowej kukurydzy i pszenicy na konkurencję w pobieraniu N, P i K stwierdzili znacznie mniejsze pobierania składników we wcześniejszych fazach rozwojowych kukurydzy i szybsze w późniejszym okresie wzrostu (po zbiorze pszenicy) w porównaniu z siewem czystym. W efekcie, w fazie dojrzałości pełnej zawartość pierwiastków w biomasie kukurydzy pochodzącej z uprawy pasowej była zbliżona lub nieco większa niż z obiektu w siewie czystym. W prezentowanych badaniach uprawa pasowa kukurydzy z fasolą zwyczajną i pszenicą jarą sprzyjała zwiększeniu zawartości magnezu w tkankach kukurydzy (tab. 1). W uprawie pasowej zawartość magnezu zmieniała się w zależności od położenia rzędu w pasie kukurydzy (rys. 1). Średnio, niezależnie od metod pielęgnacji,

Tabela 1. Zawartość magnezu i wapnia w kukurydzy oraz pobranie makroelementów, średnio z lat 2004–2006

Table 1. Concentration of magnesium and calcium in maize and intake of macroelements, mean from 2004–2006

Regulacja zachwaszczenia <i>Weed control</i> (II)	Metoda uprawy – <i>Cropping method</i> (I)		Średnia <i>Mean</i>
	Siew czysty <i>Sole cropping</i>	Uprawa pasowa <i>Strip cropping</i>	
Magnez w roślinie – <i>Magnesium in plant</i> (g·kg ⁻¹)			
A*	1,14	1,39	1,27
B	1,24	1,51	1,38
C	1,49	1,35	1,42
Średnia – <i>Mean</i>	1,29	1,41	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	I – 0,11; II – 0,14; I x II – r.n.**		
Magnez wyniesiony z plonem – <i>Magnesium intake with yield</i> (kg·ha ⁻¹)			
A*	18,2	19,1	18,7
B	18,7	21,4	20,1
C	25,6	23,4	24,5
Średnia – <i>Mean</i>	20,8	21,3	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	I – r.n.; II – 3,4; I x II – r.n.		
Wapń w roślinie – <i>Calcium in plant</i> (g·kg ⁻¹)			
A*	0,80	1,01	0,91
B	0,59	0,79	0,69
C	0,93	1,28	1,11
Średnia – <i>Mean</i>	0,77	1,03	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	I – 0,18; II – 0,26; I x II – r.n.		
Wapń wyniesiony z plonem – <i>Calcium intake with yield</i> (kg·ha ⁻¹)			
A*	12,8	14,9	13,9
B	9,1	11,1	10,1
C	16,1	22,9	19,5
Średnia – <i>Mean</i>	12,6	16,3	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	I – 2,8; II – 3,3; I x II – r.n.		

*A – mechaniczna – *mechanical*; B – mechaniczno-chemiczna – *mechanical-chemical*; C – chemiczna – *chemical*;
r.n.** – różnica nieistotna – *non significant differences*



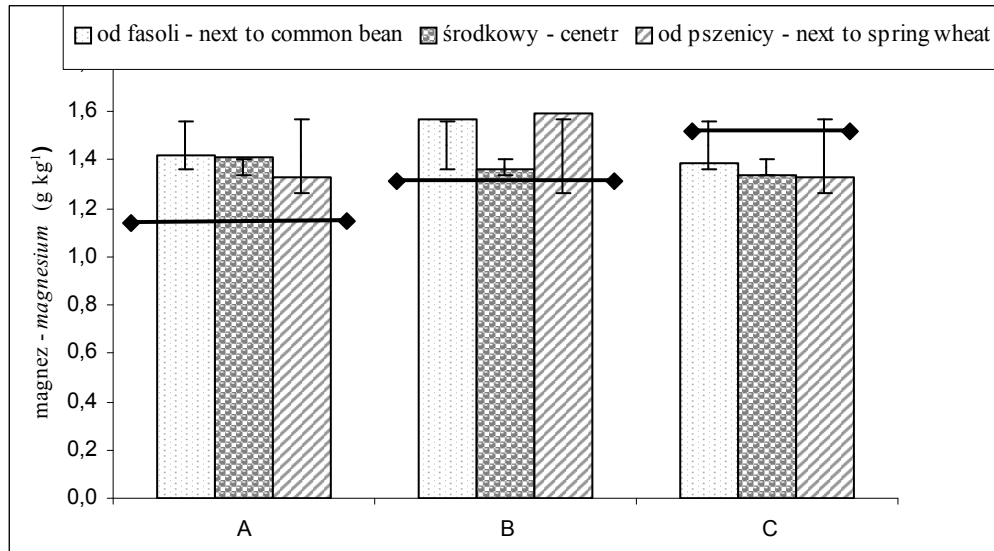
I – odchylenie standardowe – *standard deviation*

Rys. 1. Wpływ położenia rzędu na zawartość magnezu w roślinach kukurydzy
 Fig. 1. The influence of row position on magnesium concentration in maize plants

największa była w rzędzie sąsiadującym z fasolą, zaś najmniejsza w rzędzie środkowym. Rozpatrując zmiany zawartości magnezu w poszczególnych rzędach, uwzględniając stosowane metody regulacji zachwaszczenia można zauważyć, iż przy metodzie mechanicznej i chemicznej miały one podobny charakter, natomiast nieco inaczej przebiegały przy metodzie mechaniczno-chemicznej (rys. 2). Największe różnice w gromadzonej przez rośliny ilości magnezu w uprawie pasowej w porównaniu do siewu czystego, występowały przy metodzie mechanicznej. Może to wynikać ze stwierdzonego i omówionego w innej pracy [Głowacka 2007] wpływu uprawy pasowej na ograniczenie zachwaszczenia kukurydzy, właśnie w warunkach stosowania metody mechanicznej, co zmniejszyło konkurencję chwastów w pobieraniu pierwiastka.

Również zawartość wapnia była istotnie większa w kukurydzy uprawianej pasowo z fasolą zwyczajną i pszenicą jarą w porównaniu do uprawy w siewie czystym. Jednak zmiany zawartości wapnia w kukurydzy, w zależności od położenia rzędu w pasie, miały inny i zdecydowanie bardziej wyraźny charakter niż w przypadku magnezu. Mniejszą zawartość tego pierwiastka stwierdzono w rzędzie kukurydzy sąsiadującym z pasem fasoli zwyczajnej w porównaniu do pasa środkowego i sąsiadującego z pszenicą jarą, między którymi nie było już wyraźnych różnic (rys. 3). Być może jest to związane z wcześniejszym zbiorem pszenicy niż fasoli, która dłużej konkurowała z kukurydzą o składniki mineralne. Zmiany zawartości wapnia w poszczególnych rzędach miały zbliżony charakter przy stosowaniu mechaniczno-chemicznej i chemicznej metody odchwaszczania łąn kukurydzy, oraz odmienny na obiektach gdzie stosowane były wyłącznie zabiegi mechaniczne (rys. 4).

Chwasty są bardzo konkurencyjne w pobieraniu składników pokarmowych w stosunku do roślin uprawnych i mogą ograniczać ich dostępność dla roślin przy nasilonym występowaniu.

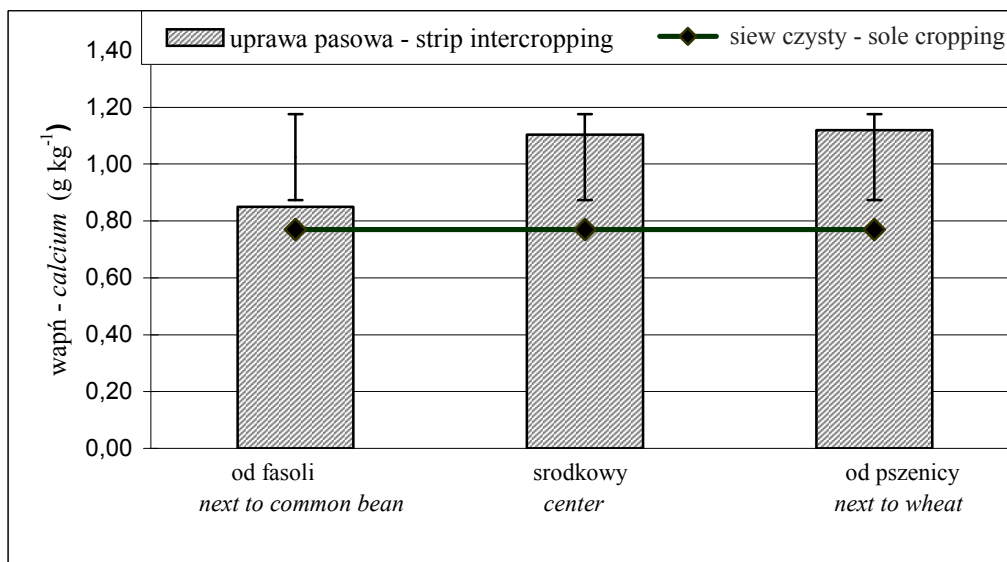


A – mechaniczna – mechanical, B – mechaniczno-chemiczna – mechanical-chemical, C – chemiczna – chemical

◆ —◆ Siew czysty – Sole cropping; I – odchylenie standardowe – standard deviation

Rys. 2. Wpływ położenia rzędu oraz metod regulacji zachwaszczenia na zawartość magnezu w roślinach kukurydzy

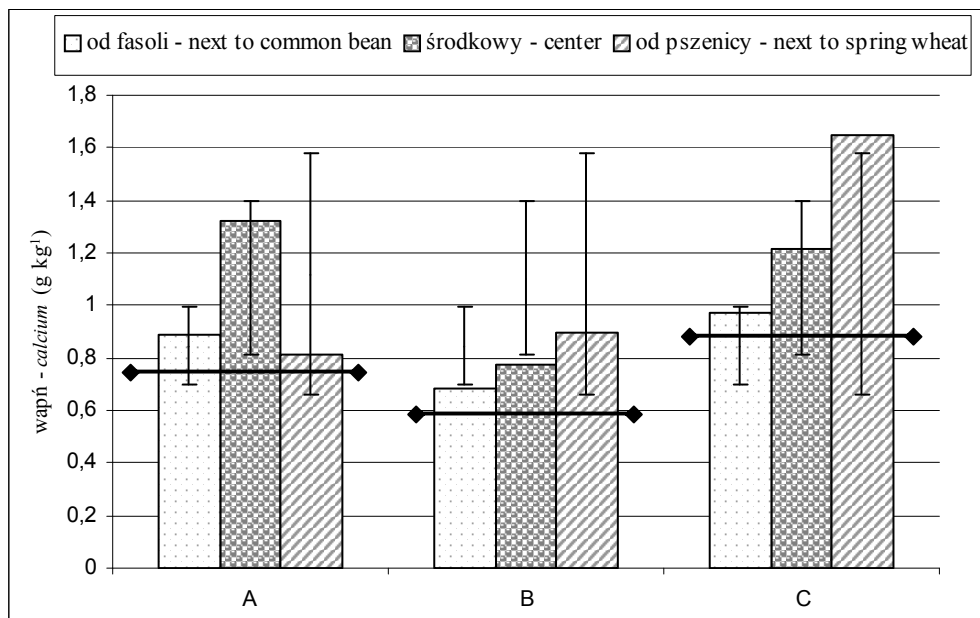
Fig. 2. The influence of row position and weed regulation method on magnesium concentration in maize plants



I – odchylenie standardowe – standard deviation

Rys. 3. Wpływ położenia rzędu na zawartość wapnia w roślinach kukurydzy

Fig. 3. The influence of row position on calcium concentration in maize plants



A – mechaniczna – *mechanical*, B – mechaniczno-chemiczna – *mechanical-chemical*, C – chemiczna – *chemical*

◆ —◆ Siew czysty – *Sole cropping*; I – odchylenie standardowe – *standard deviation*

Rys. 4. Wpływ położenia rzędu i metod regulacji zachwaszczenia na zawartość wapnia w roślinach kukurydzy

Fig. 4. The influence of row position and weed regulation method on calcium concentration in maize plants

Zarzecka i in. [2002] stwierdzili wzrost zawartości magnezu w bulwach ziemniaka pod wpływem stosowania herbicydów, zaś Gugala i Zarzecka [2010] obserwowali zwiększenie zawartości Mg w nasionach grochu w efekcie wprowadzenia chemicznej regulacji zachwaszczenia. W omawianym doświadczeniu wprowadzono najniższą zawartość magnezu stwierdzoną w kukurydzy na obiektach, gdzie regulacja zachwaszczenia była ograniczona do dwukrotnego opiekania międzyrzędzi, zaś największą gdzie stosowano herbicyd posiewnie i powszodowo. Jednak różnice pomiędzy metodami nie były istotne statystycznie. Brak istotnego wpływu metod pielęgnacji na zawartość magnezu w kukurydzy podaje również Głowacka [2011]. Nie potwierdzono istotnego współdziałania metod uprawy i pielęgnacji, jednak można zauważyć, iż przy chemicznej metodzie regulacji zachwaszczenia, w przeciwieństwie do metody mechanicznej i chemicznej większą zawartość magnezu miała kukurydza uprawiana w siewie czystym. Metody regulacji zachwaszczenia zmieniały zawartość wapnia w roślinie, ale istotne różnice stwierdzono tylko pomiędzy metodą mechaniczno-chemiczną a chemiczną.

Badane czynniki odmiennie wpływały na pobranie pierwiastków. Wielkość pobrania magnezu z biomasa kukurydzy nie zmieniała się istotnie pod wpływem metod uprawy, zaś pobranie wapnia było istotnie wyższe w uprawie pasowej – o 3,7 kg niż w siewie czystym. Stosowanie chemicznej metody regulacji zachwaszczenia sprzyjało wytwarzaniu przez kukurydzę

największego plonu [Głowacka 2008], a co za tym idzie wielkość pobrania magnezu i wapnia była w tej metodzie najwyższa. Istotnie mniejsze pobranie makroelementów z plonem kukurydzy zanotowano na obiektach z metodą mechaniczną i mechaniczno-chemiczną, zaś różnice pomiędzy tymi metodami były wprawdzie zauważalne, ale niepotwierdzone statystycznie. Obliczone współczynniki korelacji Pearsona potwierdzają, że wielkość pobrania makroelementów była dodatnio skorelowana z ich zawartością w kukurydzy, $r = 0,945$ ($p < 0,001$) dla magnezu i $r = 0,982$ ($p < 0,001$) dla wapnia. Również stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy pobraniem a wielkością plonu kukurydzy, $r = 0,654$ ($p = 0,001$) dla magnezu i $r = 0,628$ ($p = 0,001$) dla wapnia.

WNIOSKI

1. Zawartość magnezu oraz wapnia w roślinach kukurydzy była istotnie większa w uprawie pasowej w porównaniu do stwierdzonej w siewie czystym.
2. Zawartość pierwiastków w biomase kukurydzy zmieniała się w zależności od położenia rzędu w uprawie pasowej. Sąsiedztwo z fasolą sprzyjało gromadzeniu magnezu. Z kolei zawartość wapnia była najwyższa w rzędzie sąsiadującym z pszenicą, zaś najniższa w sąsiedztwie fasoli.
3. Najwięcej magnezu gromadziła kukurydza odchwaszczana chemicznie, najmniej zaś mechanicznie, jednak różnice mieściły się w granicach błędu statystycznego. Istotne różnice w zawartości wapnia występowały pomiędzy metodą mechaniczną a chemiczną.
4. Uprawa pasowa zwiększała istotnie pobranie z plonem kukurydzy wapnia, natomiast większe pobranie magnezu było wprawdzie widoczne, lecz niepotwierdzone statystycznie. Istotnie więcej magnezu i wapnia pobrała kukurydza w warunkach stosowania chemicznej regulacji zachwaszczenia, w porównaniu z pozostałymi metodami.

PIŚMIENNICTWO

- Burczyk P. 2003. Zalety upraw pasowych z wsiewką roślin motylkowatych a możliwość ograniczania strat azotu. *Post. Nauk Rol.* 2: 16–21.
- Francis C. 1986. Strip cropping corn and grain legumes: A review. *Am. J. Altern. Agric.* 1: 159–164.
- Ghaffarzadeh M., Garcia-Prechac F., Cruse R.M. 1994. Grain field response of corn, soybean and oat grown in strip intercropping system. *Am. J. Altern. Agric.* 9: 171–177.
- Ghaffarzadeh M., Garcia-Prechac F., Cruse R.M., Harbur M.M. 1998. Fertilizer and soil nitrogen use by corn and border crops in strip intercropping system. *Agron. J.* 90: 758–762.
- Głowacka A. 2007. Wpływ współrzędnej uprawy pasowej na zachwaszczenie kukurydzy pastewnej. *Acta Agrophys.* 10(3): 573–582.
- Głowacka A. 2008. Wpływ współrzędnej uprawy pasowej na wielkość i strukturę plonu kukurydzy pastewnej. *Fragm. Agron.* 25(3): 52–60.
- Głowacka A. 2010. Changes in weed infestation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under conditions of strip intercropping and different weed control methods. *Acta Agrobot.* 63(2): 171–178.
- Głowacka A. 2011. Dominant weeds in maize cultivation and their competitiveness under conditions of various methods of weed control. *Acta Agrobot.* 64 (2): 27–34.
- Gugała M., Zarzecka K. 2010. The effect of weed control methods on magnesium and calcium content in edible pea seeds (*Pisum sativum* L.). *J. Elementol.* 15(2): 269–280.
- Lesoing G.W., Francis C.A. 1999. Strip intercropping effect on yield and yield components of corn, grain sorghum and soybean. *Agron. J.* 91: 807–813.

- Li L., Sun J., Zhang F., Li X., Rengel Z., Yang S. 2001a. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping. II. Recovery or compensation of maize and soybean after wheat harvesting. *Field Crop Res.* 71: 173–181.
- Li L., Sun J., Zhang F., Li X., Yang S., Rengel Z. 2001b. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping I. Yield advantage and interspecific interactions of nutrients. *Field Crop Res.* 71: 133–137.
- West T.D., Griffith D.R. 1992. Effect of strip intercropping corn and soybean on yield and profit. *J. Prod. Agric.* 5: 107–110.
- Zarzecka K., Gugęła M., Gęsiorowska B., Makarewicz A. 2002. Fluktuacja magnezu i wapnia w bulwach ziemniaka pod wpływem stosowanych herbicydów i ich mieszanek. *Biul. Magnezol.* 7(4): 309–315.
- Zhang F., Li L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrients-use efficiency. *Plant Soil* 248: 305–312.

A. GŁOWACKA, H. KLIKOCKA, D. JUSZCZYK

THE INFLUENCE OF CROPPING AND WEED CONTROL METHODS ON MAGNESIUM AND CALCIUM CONTENT AND INTAKE IN MAIZE

Summary

The three-year field experiment was conducted at the Frankamionka village, near Zamość. The first factor was two cropping method: sole cropping and strip cropping maize with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Second factor was method of weed regulation: mechanical, mechanical-chemical and chemical. The experiment was located on brown soil, slightly acid, content of organic matter 1.9%, with medium content of magnesium. The aim of the study was to determine the influence of strip cropping maize with common bean and spring wheat on magnesium and calcium concentration in maize and intake of macroelements with maize yield. The changes of magnesium and calcium concentration in dependence of row position in maize strip was also determined. Strip cropping significant effect contents of magnesium and calcium in maize tissue. The level of magnesium and calcium in maize vary depending on rows position in strip. In maize from row neighboring with common bean magnesium concentration was higher than in inner row, and slightly than in next to spring wheat. But calcium concentrations was smaller in row next to common bean strip then in center and neighboring to spring whet. The method of weed regulations did not effect magnesium concentrations in maize. Total intake of magnesium and calcium with maize yield were significantly higher with chemical method in comparison to another.