

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH MAKROSKŁADNIKÓW W ZIARNIE ODMIAN KUKURYDZY WYSIEWANYCH W TRZECH TERMINACH

BARBARA GAŚSIOROWSKA, ARTUR MAKAREWICZ, AGNIESZKA NOWOSIELSKA

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach*

gosiorowska@uph.edu.pl

Synopsis. Badania polowe prowadzono w latach 2004–2006 w RSD Zawady. Celem tych badań była ocena wpływu trzech terminów siewu na zawartość wybranych makroelementów w ziarnie czterech odmian kukurydzy uprawianej z przeznaczeniem na ziarno. Doświadczenie założono w układzie losowanych podbloków split-plot w trzech powtórzeniach na glebie płowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego pylastego. Czynnikiem I rzędu były terminy siewu zróżnicowane co 10 dni: 18 kwietnia, 28 kwietnia, 08 maja; czynnikiem II rzędu były odmiany kukurydzy: Prosna, Wiarus, Veritis i Bahia. Dokonana w laboratorium analiza wykazała, że na zawartość makroelementów w suchej masie ziarna wpływ miały warunki pogodowe w latach badań oraz czynniki doświadczenia. Dowiedziono, że zawartość wapnia, fosforu, potasu i magnezu w ziarnie zależała istotnie od terminów siewu, a na zawartość potasu istotny wpływ miały także odmiany. Opóźnienie terminu siewu powodowało zmniejszenie gromadzenia w ziarnie wapnia, fosforu i potasu.

Słowa kluczowe – *key words*: kukurydza – *maize*, ziarno – *grain*, termin siewu – *sowing term*, odmiana – *cultivar*, makroelementy – *macroelements*

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania problematyką zawartości makro i mikroelementów, zarówno w odniesieniu do ich występowania w glebie, jak i roli jaką pełnią w roślinach, a także u ludzi i zwierząt [Grzyś 2004]. Zawartość tych składników w paszach pochodzenia roślinnego waha się w szerokim zakresie. Oprócz cech gatunkowych, w znacznym stopniu na ich zawartość wpływa zasobność gleb w składniki mineralne. W rejonach z niedoborem mikroelementów w glebie, poziom pierwiastków w roślinach tam uprawianych jest zazwyczaj znacznie obniżony [Korelewski i Strzetelski 2004]. Ważnym źródłem makroelementów i mikroelementów w żywieniu zwierząt jest ziarno kukurydzy [Kruczek i Bober 2004]. Kukurydza, ze względu na skład chemiczny ziarna i biomasy oraz duży potencjał plonotwórczy jest uniwersalną rośliną, bowiem wykorzystywana może być zarówno na cele przemysłowe, spożywcze jak i konsumpcyjne. Wzrastające zapotrzebowanie na kukurydżę powoduje, że powierzchnia jej uprawy w Polsce stale wzrasta, a ziarno i biomasa tej rośliny są ważnym źródłem węglowodanów oraz makro i mikroelementów dla zwierząt [Kruczek i Bober 2004, Sulewska 1997, 2001]. Jako roślina ciepłolubna, na terenach cieplejszych naszego kraju, uprawiana jest na znaczną skalę, jednak uzyskane plony nie zawsze zadowolają producenta. Powodem tego mogą być mniej korzystne warunki glebowe oraz niesprzyjające warunki pogodowe, szczególnie występujące w początkowych fazach wzrostu i rozwoju kukurydzy [Kruczek i Sulewska

2005]. W temperaturze 5–12°C osłabiona jest aktywność młodych korzeni kukurydzy do pobierania jonów, szczególnie fosforu i azotu ogółem [Kruczek i Szulc 2005, Mozafar i in. 1993]. Ponadto w tych warunkach zmniejsza się tempo procesu mineralizacji materii organicznej oraz rozpuszczalność niektórych form fosforu, co może skutkować zmniejszeniem plonowania kukurydzy, a w konsekwencji ujawnianie się w jej tkankach niedoboru składników mineralnych [Baran i in. 2001].

Mając na uwadze, jak ważne są warunki termiczno-wilgotnościowe w okresie siewu i początkowych fazach rozwojowych kukurydzy, podjęto badania, których celem była ocena wpływu trzech terminów siewu na zawartość wybranych makroskładników w ziarnie czterech odmian kukurydzy uprawianej na ziarno.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2004–2006 na terenie Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady (52°06' N, 22°50' E), należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków (split-plot), w trzech powtórzeniach, na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego pylastego, należącej do klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu żytznego bardzo dobrego. Gleba charakteryzowała się średnią zasobnością w przyswajalny fosfor (50,8–56,0 mg P·kg⁻¹), potas (119,2–126,4 mg K·kg⁻¹) i magnez (55,0–57,5 mg Mg·kg⁻¹) oraz odczynem lekko kwaśnym. Powierzchnia poletka wynosiła 30 m².

W badaniach uwzględniono dwa czynniki: I – trzy terminy siewu kukurydzy zróżnicowane co 10 dni: 18 kwietnia, 28 kwietnia, 08 maja; II – odmiany kukurydzy: Proсна (FAO 220), Wiarus (FAO 220), Veritis (FAO 240), Bahia (FAO 240–250). Kukurydżę uprawiano w stanowisku po przedplonach zbożowych. Wielkość dawek nawozów ustalono na podstawie przyswajalnych form P₂O₅ i K₂O w glebie. Nawozy fosforowe i potasowe stosowano jesienią w ilości 35,2 kg P·ha⁻¹ oraz 132,8 kg K·ha⁻¹. Nawozy azotowe wysiewano wiosną, przed siewem kukurydzy, w dawce 130 kg N·ha⁻¹. Ilość wysiewanych ziaren odpowiadała obsadzie 9–12 roślin·m⁻². Po siewie oraz w czasie wschodów roślin, do fazy 3–4 liści i do czasu zakrycia międzyrzędzi przez rośliny prowadzono pielęgnację mechaniczną. Przeciwno chwastom zastosowano herbicyd Titus 25 WG + Trend 90 EC w dawce 50–60 g + 0,1% w fazie 4–6 liści kukurydzy, co w kolejnych latach badań okazało się zabiegiem wystarczającym. Ziarno zebrano w fazie pełnej dojrzałości, czego objawem było pojawienie się tzw. czarnej plamki u jego nasady. Po wykonaniu omłotu ziarno poddano suszeniu do wilgotności 15%, a następnie pobrano średnie próby ziarna w celu dokonania oznaczeń zawartości wybranych makroelementów: wapnia, fosforu, potasu, sodu i magnezu. Makroelementy oznaczono stosując mineralizację na sucho i dokonując oznaczeń na spektrofotometrze 210 VGP Atomic Absorption Spectrophotometr.

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Wyliczono najmniejsze istotne różnice (NIR) na podstawie testu Tukeya, na poziomie $\alpha = 0,05$.

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1). W roku 2004 warunki termiczne i wilgotnościowe były najbardziej sprzyjające uprawie kukurydzy. Mimo, że średnie temperatury w miesiącach kwiecień – lipiec były niższe od średniej z wielolecia, a sumy opadów w miesiącach kwiecień – czerwiec przekroczyły sumy z wielolecia, to warunki pogodowe w drugiej połowie wegetacji działały korzystnie na gromadzenie plonu. Średnia temperatura powietrza w 2005 roku była wyższa o 0,4°C w porównaniu do średniej temperatury z wielolecia, a średnia suma opadów była o 14,3 mm mniejsza od średniej sumy opadów z wielolecia, przy czym największy niedobór wystąpił przed siewem i w czasie siewu i na przełomie

Tabela 1. Średnia temperatura powietrza i suma opadów według Stacji Meteorologicznej w Zawadach
 Table 1. Mean air temperature and Mount of rainfalls according to Meteorological Station in Zawady

Lata Years	Miesiące – Months							IV–X
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Temperatura – Temperature (°C)								
2004	8,0	11,7	15,4	17,5	18,9	13,0	9,4	13,4
2005	8,6	13,0	15,9	20,2	17,5	15,0	8,5	14,1
2006	8,4	13,6	17,2	22,3	18,0	15,4	9,9	15,0
(1987–2000)	7,8	12,5	17,2	19,2	18,5	13,1	7,8	13,7
Opady – Rainfalls (mm)								
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	29,5	350,4
2005	12,3	64,7	44,1	86,5	45,4	15,8	0,0	268,8
2006	29,8	39,6	24,0	16,2	227,6	20,9	22,0	380,1
(1987–2000)	38,6	44,1	52,4	49,8	43,0	47,3	29,3	304,5
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa* Sielianinow's hydrothermic coefficients								Średnia Mean
2004	1,5	2,8	1,1	0,9	1,2	0,5	1,0	1,2
2005	0,5	1,7	0,9	1,4	0,9	0,4	0,0	0,9
2006	1,2	1,0	0,5	0,2	4,2	0,5	0,7	1,2

*Wartość współczynnika Sielianinowa – Value of coefficients Sielianinow's [Bac i in. 1998]
 < 0,5 silna posucha – severe drought; 0,5–0,69 posucha – drought; 0,70–0,99 słaba posucha – poor drought; ≥ 1 brak posuchy – fault drought

czerwca i lipca. W 2006 roku średnie temperatury powietrza przekraczały średnie temperatury z wielolecia (z wyjątkiem czerwca). Szczególnie wysokie temperatury wystąpiły w miesiącu lipcu przekraczając średnią z wielolecia aż o 3,1°C. Był to sezon gorący i suchy o wysokim deficycie wody.

WYNIKI BADAŃ

Analiza wariancji wyników badań wykazała istotny wpływ przebiegu pogody w latach badań i terminów siewu na zawartość wapnia w suchej masie ziarna kukurydzy (tab. 2). Najwięcej wapnia zawierało ziarno w pierwszym roku badań (0,36 g·kg⁻¹), a najmniej w trzecim roku badań (0,26 g·kg⁻¹). Zawartość wapnia zmniejszała się istotnie wraz z opóźnieniem terminu siewu (I termin – 0,34 g·kg⁻¹, II termin – 0,28 g·kg⁻¹, III termin – 0,27 g·kg⁻¹). Statystycznie udowodnione współdziałanie lat badań z terminami siewu dowodzi, że gromadzenie wapnia w ziarnie kukurydzy wysiewanej w różnym terminie zmieniało się w latach badań. Wykazana interakcja warunków pogodowych w latach badań z odmianami świadczy o indywidualnej zdolności odmian do akumulacji wapnia w ziarnie w warunkach zmiennej pogody.

Tabela 2. Zawartość wapnia w suchej masie ziarna ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
 Table 2. Content of calcium in maize dry matter grain ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Czynnik <i>Factor</i>	Obiekt <i>Object</i>	Lata – Years			Średnia <i>Mean</i>
		2004	2005	2006	
Termin siewu <i>Sowing term*</i>	I*	0,36	0,34	0,31	0,34
	II	0,35	0,25	0,25	0,28
	III	0,36	0,24	0,21	0,27
Odmiana <i>Cultivar</i>	Prosna	0,35	0,38	0,25	0,33
	Wiarus	0,37	0,28	0,26	0,30
	Veritis	0,34	0,28	0,25	0,29
	Bahia	0,35	0,26	0,26	0,29
Średnia – Mean		0,35	0,29	0,26	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : lata – years – 0,08; termin siewu – sowing term – 0,06; odmiana – cultivar – 0,03; lata x termin siewu – years x sowing term – 0,06; lata x odmiana – years x cultivar – 0,09					

*I termin – 18 kwietnia – *Term I – 18 april*; II termin – 28 kwietnia – *Term II – 28 april*; III termin – 08 maja – *Term III – 08 may*

Zawartość fosforu zależała istotnie od warunków pogodowych w latach badań i terminów siewu (tab. 3). Większą zawartość fosforu w ziarnie uzyskano w 2005 roku ($2,18 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), w porównaniu do pozostałych lat badań (2004 rok – $1,91 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 2006 rok – $1,95 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Siew kukurydzy wykonany 18 i 28 kwietnia wpływał istotnie na gromadzenie większej ilości tego składnika w ziarnie ($2,19 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, $2,08 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) w odniesieniu do siewu 08 maja ($1,78 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Statystycznie udowodniono współdziałanie lat z terminami siewu. W 2004 roku istotnie więcej fosforu było w ziarnie kukurydzy zasianej w drugim i trzecim terminie w porównaniu do pierwszego. W latach 2005 i 2006 opóźnienie siewu wpływało na obniżenie zawartości fosforu w ziarnie.

Zawartość potasu w ziarnie różnicowały warunki pogodowe w latach badań, terminy siewu i odmiany (tab. 4). Największą zawartość potasu uzyskano w ziarnie zebranym w 2004 roku ($2,15 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), a najmniejszą w 2006 roku ($1,83 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Zawartość potasu zmniejszała się istotnie wraz z opóźnieniem siewu kukurydzy (I termin – $2,69 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, II termin – $1,76 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, III termin – $1,45 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Istotnie więcej potasu było w ziarnie odmian Wiarus, Veritis i Bahia niż odmiany Prosna. Stwierdzono również współdziałanie lat z terminami siewu. We wszystkich latach badań istotnie więcej potasu było w ziarnie kukurydzy zasianej w pierwszym terminie w porównaniu do drugiego i trzeciego terminu. Interakcja lat badań z odmianami świadczy o zmiennym wpływie warunków pogodowych i odmian na zawartość potasu w ziarnie kukurydzy.

O zawartości sodu w ziarnie kukurydzy decydowały terminy siewu i odmiany (tab. 5). Wczesny termin siewu wpływał istotnie na zwiększenie zawartości sodu w ziarnie ($0,40 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), w porównaniu do późniejszych terminów siewu (II termin – $0,32 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, III termin – $0,33 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Istotnie większą zawartość sodu stwierdzono u odmian Wiarus, Veritis i Bahia w porównaniu do odmiany Prosna.

Analiza wariancji wyników badań wykazała, że zawartość magnezu w ziarnie kukurydzy istotnie zależała od przebiegu warunków pogodowych w latach badań oraz terminów siewu

Tabela 3. Zawartość fosforu w suchej masie ziarna ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
 Table 3. Content of phosphorus in maize dry matter grain ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Czynnik <i>Factor</i>	Obiekt <i>Object</i>	Lata – Years			Średnia <i>Mean</i>
		2004	2005	2006	
Termin siewu <i>Sowing term</i>	I*	1,58	2,63	2,36	2,19
	II	2,11	2,15	1,98	2,08
	III	2,06	1,75	1,52	1,78
Odmiana <i>Cultivar</i>	Prosna	1,91	2,13	1,98	2,00
	Wiarus	1,83	2,17	2,03	2,01
	Veritis	1,92	2,20	1,96	2,03
	Bahia	1,99	2,20	1,83	2,00
Średnia – Mean		1,91	2,18	1,95	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : lata – years – 0,11; termin siewu – sowing term – 0,11; odmiana – cultivar – r.n.; lata x termin siewu – years x sowing term – 0,19; lata x odmiana – years x cultivar – r.n.					

* oznaczenie jak w tabeli 2 – explanation see table 2
 r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Tabela 4. Zawartość potasu w suchej masie ziarna ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
 Table 4. Content of potassium in maize dry matter grain ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Czynnik <i>Factor</i>	Obiekt <i>Object</i>	Lata – Years			Średnia <i>Mean</i>
		2004	2005	2006	
Termin siewu <i>Sowing term</i>	I*	2,54	2,76	2,76	2,69
	II	1,96	1,75	1,58	1,76
	III	1,95	1,24	1,15	1,45
Odmiana <i>Cultivar</i>	Prosna	1,96	1,93	1,83	1,91
	Wiarus	2,20	1,90	1,84	1,98
	Veritis	2,21	1,93	1,85	2,00
	Bahia	2,22	1,91	1,81	1,98
Średnia – Mean		2,15	1,92	1,83	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : lata – years – 0,04; termin siewu – sowing term – 0,04; odmiana – cultivar – 0,06; lata x termin siewu – years x sowing term – 0,07; lata x odmiana – years x cultivar – 0,09					

* oznaczenie jak w tabeli 2 – explanation see table 2
 r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Tabela 5. Zawartość sodu w suchej masie ziarna ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)Table 5. Content of sodium in maize dry matter grain ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Czynnik <i>Factor</i>	Obiekt <i>Object</i>	Lata – Years			Średnia <i>Mean</i>
		2004	2005	2006	
Termin siewu <i>Sowing term</i>	I*	0,35	0,43	0,41	0,40
	II	0,34	0,29	0,34	0,32
	III	0,25	0,36	0,37	0,33
Odmiana <i>Cultivar</i>	Prosna	0,24	0,30	0,31	0,28
	Wiarus	0,28	0,37	0,41	0,35
	Veritis	0,33	0,37	0,36	0,35
	Bahia	0,40	0,40	0,40	0,40
Średnia – Mean		0,31	0,36	0,37	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : lata – years – r.n.; termin siewu – sowing term – 0,05; odmiana – cultivar – 0,05; lata x termin siewu – years x sowing term – r.n.; lata x odmiana – years x cultivar – r.n.					

* oznaczenie jak w tabeli 2 – explanation see table 2

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Tabela 6. Zawartość magnezu w suchej masie ziarna ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)Table 6. Content of magnesium in maize dry matter grain ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Czynnik <i>Factor</i>	Obiekt <i>Object</i>	Lata – Years			Średnia <i>Mean</i>
		2004	2005	2006	
Termin siewu <i>Sowing term</i>	I*	1,16	1,21	1,15	1,17
	II	1,16	1,13	1,10	1,13
	III	1,24	1,04	1,29	1,19
Odmiana <i>Cultivar</i>	Prosna	1,19	1,11	1,16	1,15
	Wiarus	1,12	1,10	1,22	1,15
	Veritis	1,22	1,13	1,08	1,14
	Bahia	1,21	1,17	1,27	1,22
Średnia – Mean		1,19	1,13	1,18	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : lata – years – r.n.; termin siewu – sowing term – 0,05; odmiana – cultivar – 0,05; lata x termin siewu – years x sowing term – r.n.; lata x odmiana – years x cultivar – r.n.					

* oznaczenie jak w tabeli 2 – explanation see table 2

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

(tab. 6). Największą zawartość magnezu w ziarnie stwierdzono w 2004 roku ($1,19 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), przy czym ta różnica była udowodniona statystycznie w stosunku do roku 2005 ($1,13 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Najkorzystniej na gromadzenie magnezu wpływał siew wykonany w terminie opóźnionym ($1,19 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) i była to różnica istotna w stosunku do zawartości tego składnika, gdy siew wykonano w terminie optymalnym. Udowodniono interakcję lat z terminami siewu, co dowodzi, że zawartość magnezu w ziarnie zmieniała się w latach badań w zależności od terminu siewu.

DYSKUSJA

Zawartość makroelementów w różnych gatunkach roślin waha się w szerokich granicach [Brzozowska 2006, Książak 2002, Starck 1998]. Zdaniem wielu autorów duży wpływ na skład chemiczny roślin wywiera gleba i jej zasobność w składniki pokarmowe [Borowiecki i Koter 1983, Kruczek i Bober 2004]. Uzyskane wyniki analiz badań własnych wykazały, że na zawartość makroelementów w suchej masie ziarna wpływają warunki atmosferyczne i czynniki agrotechniczne, jak np. termin siewu oraz odmiana. O zawartości makroelementów decydowały istotnie lata badań (wapń, fosfor, potas), terminy siewu (wapń, fosfor, potas, sód, magnez) i odmiany (wapń, potas, sód, magnez). Warunki pogodowe w 2004 roku były najbardziej sprzyjające wzrostowi roślin i w większości przypadków, również nagromadzeniu największej ilości makroskładników w ziarnie kukurydzy. Wpływ warunków pogodowych na koncentrację makroskładników w ziarnie kukurydzy potwierdza Kruczek i in. [2004]. Również wielu autorów podkreśla znaczący wpływ warunków siedliska, w tym meteorologicznych, na kształtowanie się składu chemicznego ziarna zbóż [Brzozowska 2006, Jurkowska i in. 1992]. Baran i in. [2011] wykazali, że zawartość makroelementów w suchej masie kukurydzy zmieniała się istotnie w zależności od fazy rozwojowej. Spośród analizowanych trzech faz rozwojowych istotnie największą zawartość badanych pierwiastków wykazano u kukurydzy w fazie 8 liścia rozwiniętego, najmniejszą w słomie (azot, fosfor, potas) oraz w ziarnie (magnez i wapń). Według Goneta i Siuty [1996] zawartość składników mineralnych maleje od fazy rozwoju wegetatywnego do pełnej dojrzałości ziarna, szczególnie w przypadku potasu, w mniejszym stopniu dotyczy to fosforu i magnezu. W badaniach własnych siew wykonany w terminie wcześniejszym spowodował wzrost zawartości tych składników w ziarnie. Kruczek i Sulewska [2005] badając pobieranie składników pokarmowych przez kukurydzę w fazie 4-5 liści uzyskali odwrotną zależność, a mianowicie w miarę opóźniania siewu następował wzrost pobierania składników mineralnych.

WNIOSKI

1. Zawartość analizowanych makroelementów w ziarnie kukurydzy zmieniała się w zależności od warunków pogodowych w latach badań oraz terminu siewu i odmiany.
2. Opóźnianie terminu siewu kukurydzy ograniczało, z wyjątkiem magnezu, gromadzenie wapnia, fosforu potasu i sodu w ziarnie.
3. O zawartości, (z wyjątkiem fosforu), wapnia, potasu, sodu i magnezu w ziarnie kukurydzy decydował czynnik odmianowy.

PIŚMIENNICTWO

- Bac S., Koźmiński C., Rojek M. 1998. Agrometeorologia. Wyd. PWN Warszawa: ss. 274.
- Baran A., Pińczuk G., Zając T., Jasiewicz C. 2011. Wpływ odmiany i sposobu nawożenia na zawartość i nagromadzenie makroelementów w charakterystycznych fazach rozwojowych kukurydzy (*Zea Mays*). *Acta Agrophys.* 17(2): 255–265.
- Borowiecki J., Koter Z. 1983. Porównanie saletry amonowej i mocznika jako źródła azotu dla kukurydzy. *Pam. Puł.* 81: 77–90.
- Brzozowska I. 2006. Wpływ herbicydów i sposobu nawożenia azotem na zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego. *Pam. Puł.* 142: 9–17.
- Gonet Z., Siuta A. 1996. Wpływ obsady roślin na plonowanie i wartość paszową kukurydzy uprawianej na zielonkę. II. Skład chemiczny i wartość paszowa roślin zbieranych w różnych fazach rozwojowych. *Pam. Puł.* 108: 33–48.
- Grzyś E. 2004. Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 502: 89–99.
- Jurkowska H., Rogóż A., Wojciechowicz T. 1992. Zawartość składników mineralnych w roślinach w zależności od wilgotności gleby. Cz. I: Makroelementy. *Acta Agr. Silv. Ser. Agraria* 30: 29–35.
- Korelewski J., Strzetelski J. 2004. Charakterystyka wartości pokarmowej pasz. W: *Żywienie zwierząt i paszoznawstwo*. Jamroz D., Podkówa W., Chachułowa J. (red.). PWN Warszawa 3: 40–48.
- Kruczek A., Sulewska H. 2005. Wpływ sposobu nawożenia, terminu siewu i odmian na gromadzenie składników mineralnych przez kukurydzę w początkowym okresie rozwoju. *Acta Agrophys.* 5(3): 683–694.
- Kruczek A., Szulc P. 2005. Wpływ wielkości dawki fosforu, rodzaju nawozu i sposobu nawożenia na plonowanie kukurydzy uprawianej na ziarno. *Pam. Puł.* 140: 150–157.
- Kruczek G., Bober A. 2004. Wpływ różnych sposobów dokarmiania roślin na zawartość miedzi, cynku, manganu i żelaza w ziarnie kukurydzy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 502: 181–187.
- Kruczek G., Bober A., Bobrecka-Jamro D. 2004. Wpływ różnych sposobów dokarmiania roślin na plon i zawartość makroelementów w ziarnie kukurydzy. *Mat. konf. „Stan obecny i perspektywy uprawy kukurydzy w Polsce”*. Puławy, 16–17 listopada 2004: 31.
- Książak J. 2002. Dynamika gromadzenia składników pokarmowych w organach roślin tradycyjnych i samokończących odmian bobiku w okresie od kwitnienia do dojrzałości pełnej. *Wyd. IUNG Puławy, Rozpr. hab.*: ss. 95.
- Mozafar A., Schreiber P., Oertli J.J. 1993. Photoperiod and root-zone temperature: interacting effect on growth and mineral nutrients of maize. *Plant Soil* 153: 71–78.
- Starck Z. 1998. *Gospodarka mineralna roślin*. W: *Podstawy fizjologii roślin*. PWN Warszawa: 188–228.
- Sulewska H. 1997. Środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania uprawy i kierunków użytkowania kukurydzy w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 450: 15–29.
- Sulewska H. 2001. Plonowanie i wartość pokarmowa kukurydzy zbieranej na zielonkę w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.* 315: ss. 94.

B. GAŚSIOROWSKA, A. MAKAREWICZ, A. NOWOSIELSKA

**THE CONTENT OF SELECTED MACROELEMENTS IN MAIZE CULTIVARS GRAIN
SOWED IN THREE DATES**

Summary

The field experiment was carried out in years 2004–2006 at the Zawady Agricultural Experimental Station of the University of Natural Science and Humanities in Siedlce. The aim of research was to determine the influence of three sowing dates on selected macroelements content in grain of four maize culti-

vars cultivated for grain. There were two experimental factors: factor I – sowing date differentiate every 10 days – 18th April, 28th April and 8th May, factor II – maize cultivars: Prosna, Wiarus, Veritis, Bahia. In maize grain the content of macroelements: calcium, phosphorus, potassium, sodium and magnesium was marked. The macroelements content in grain dry matter depended on the weather condition in investigated years as well as the experience factors. The content of calcium, phosphorus, potassium and magnesium in maize grain was significantly determined by sowing dates and the content of potassium was also related to the cultivars. The later sowing dates reduced the accumulation of calcium, phosphorus and potassium in grain.