

## **ZAWARTOŚĆ ŻELAZA I MANGANU W BULWACH ZIEMNIAKA W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBÓW ZWALCZANIA CHWASTÓW**

Krystyna Zarzecka

Akademia Podlaska w Siedlcach

**Streszczenie.** Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu niektórych herbicydów na zawartość żelaza i manganu w bulwach ziemniaka jadalnego. Czynnikiem doświadczenia były: 6 sposobów zwalczania chwastów i 4 odmiany ziemniaka. Zawartość żelaza i manganu w bulwach ziemniaka oznaczono metodą ASA. Zawartość żelaza zależała istotnie od sposobów zwalczania chwastów, cech odmianowych ziemniaka i warunków pogodowych w okresach wegetacji, a koncentracja manganu od odmiany i warunków klimatycznych.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, żelazo, mangan, odmiany, herbicydy

### **WSTĘP**

Makroelementy pełnią w roślinie głównie funkcje budulcowe, a mikroelementy wchodzą w skład różnych enzymów lub ich aktywatorów i biorą udział w regulacji procesów biochemicznych [Żechałko-Czajkowska 1992, Spiak 2000]. Żelazo bierze udział w procesie fotosyntezy i metabolizmie kwasów nukleinowych, stymuluje powstawanie chlorofilu, uczestniczy w redukcji azotanów i wiązaniu wolnego azotu oraz reguluje reakcjami oksydacyjno-redukcyjnymi. Mangan bierze udział w procesach oksydacyjno-redukcyjnych, fotosyntezie, dekarboksylacji i wiązaniu wolnego azotu [Kabata-Pendias i Pendias 1993]. Zdaniem Czuby [2000] zawartość mikroelementów w plonach roślin uprawnych jest ważnym zagadnieniem agrotechnicznym, a także istotną cechą jakościową ocenianą według kryteriów konsumpcyjnych i paszowych. Mikos-Bielak i Sawicka [1992] uważają, że w badaniach nad wpływem różnych czynników na cechy jakościowe ziemniaka stosunkowo mało miejsca poświęca się zawartości mikroelementów. Gembarzewski [2000] podkreśla, że przy wysokich plonach i zwiększonym pobraniu składników pokarmowych mogą powstać niedobory mikroelementów w glebie i uprawianych roślinach. Autor ten zauważył, że przy wysokich plonach ziemniaków

zawartość żelaza, manganu i miedzi jest obniżona. Według zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia [Shorrocks 1987] oraz Kabaty-Pendias i Pendias [1993] człowiek powinien dziennie otrzymywać w diecie od 10 do 18 mg Fe i od 2,5 do 6 mg Mn. Spożycie 200 g ziemniaków może w około 15% pokrywać dzienne zapotrzebowanie na żelazo i mangan [Kabata-Pendias i Pendias 1993, Leszczyński 2000]. Liczne przypadki zmian zawartości mikroelementów w roślinach powodowane przez czynniki agrotechniczne podają w swojej pracy Patorczyk-Pytlik i Spiak [1992]. Wpływ herbicydów na zawartość mikroelementów w ziarnie zbóż badali Makarska i Makarski [1989] oraz Makarska i in. [1992]. W literaturze nie znaleziono danych na temat kształtowania się zawartości żelaza i manganu w bulwach ziemniaka pod wpływem chemicznych środków chwastobójczych. Stąd celem badań było określenie wpływu niektórych herbicydów na zawartość żelaza i manganu w bulwach ziemniaka jadalnego.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły bulwy ziemniaków pochodzące z 3-letniego doświadczenia polowego przeprowadzonego w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady, należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Eksperyment przeprowadzono na glebie brunatnej, zaliczanej do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Gleba odznaczała się wysoką zasobnością w przyswajalny fosfor, miedź i cynk, bardzo wysoką w potas, niską w magnez i średnią w mangan i żelazo. Zawartość żelaza w glebie wynosiła: w 1995 roku – 758,0, w 1996 – 991,0, w 1997 – 862,5 mg·kg<sup>-1</sup>, a manganu odpowiednio: 109,0; 118,0 i 114,0 mg·kg<sup>-1</sup>. Odczyn gleby oznaczony w KCl wynosił w 1995 r. 6,7, w 1996 – 5,5, w 1997 – 6,3. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były sposoby zwalczania chwastów:

- 1 – obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna przed wschodami ziemniaka i po nich,
- 2 – Basagran 600 SL w dawce 2,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> – po wschodach,
- 3 – mieszanka herbicydów Basagran 600 SL (1,0 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) + Sencor 70 WP (0,25 kg·ha<sup>-1</sup>) – po wschodach,
- 4 – mieszanka herbicydów Bładex 50 WP (1,5 kg·ha<sup>-1</sup>) + Afalon 50 WP (1,5 kg·ha<sup>-1</sup>) – przed wschodami,
- 5 – Sencor 70 WP (0,5 kg·ha<sup>-1</sup>) – przed wschodami i Titus 25 DF (50 g·ha<sup>-1</sup>) + adiuwant Atpol (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) – po wschodach,
- 6 – Basagran 600 SL (1,0 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) – po wschodach i Nabu 20 EC (2,0 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) – po wschodach.

Na obiektach 2-6 zabiegi mechaniczne stosowano tylko przed wschodami ziemniaka.

Czynnikiem II rzędu były odmiany ziemniaka jadalnego: Ibis, Mila, Irga (średnio wczesne) i Arkadia (średnio późna).

Przedplonem ziemniaka były zboża ozime. W doświadczeniu stosowano nawożenie mineralne: 90 kg N, 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 120 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup> i organiczne – 25 t·ha<sup>-1</sup> obornika.

Zawartość żelaza i manganu oznaczono metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (ASA), po uprzednim rozdrobieniu, wysuszeniu i zmineralizowaniu prób bulw ziemniaka w piecu laboratoryjnym w temperaturze 450-550°C. Uzyskane z trzech powtórzeń wyniki poddano analizie wariancji, a istotność różnic oceniono testem Tukeya.

Warunki klimatyczne w okresie prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1). Rok 1995 był najcieplejszy, a ilość opadów we wszystkich miesiącach wegetacji (z wyjąt-

kiem września) była mniejsza niż w okresie wieloletnim. Najkorzystniejsze warunki pogodowe dla wzrostu roślin i gromadzenia plonu panowały w 1996 roku, który był ciepły i wilgotny. Okres wegetacji 1997 roku był także ciepły, ale opady były nierównomiernie rozłożone, a w lipcu zanotowano nadmiar wilgoci; opady czterokrotnie przekraczały średnie sumy wieloletnie.

Tabela 1. Suma opadów i średnia miesięczna temperatura powietrza w okresie wegetacji, Zawady 1995-1997

Table 1. Total precipitation and mean-monthly air temperature during vegetation period, Zawady 1995-1997

Rok – Year	Miesiąc – Month						Suma
	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	kwiecień – wrzesień Sum April – September
Opady – Precipitation, mm							
1995	38,8	22,5	63,7	33,2	55,3	92,4	305,9
1996	10,7	76,0	32,5	96,4	60,3	91,8	367,7
1997	21,5	24,5	51,1	191,3	5,7	11,5	305,6
Średnia wieloletnia Multi-year mean (1981-1995)	52,3	50,0	68,2	45,7	66,8	60,7	343,7
Temperatura – Temperature, °C							
1995	8,5	13,2	18,1	22,0	19,4	13,5	15,8
1996	8,2	16,3	17,5	17,9	19,3	10,0	14,9
1997	5,1	14,9	17,7	19,9	20,4	13,9	15,3
Średnia wieloletnia Multi-year mean (1981-1995)	7,7	10,0	16,1	19,3	18,0	13,0	14,0

## WYNIKI

Zawartość żelaza w bulwach ziemniaka kształtowała się w granicach od 58,93 do 121,10 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. i zależała istotnie od odmian, lat badań, sposobów zwalczania chwastów i współdziałania odmian z latami (tab. 2-4).

Tabela 2. Średnia zawartość żelaza i manganu w bulwach badanych odmian ziemniaka, mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

Table 2. Mean content of iron and manganese in potato tubers of the cultivars researched, mg·kg<sup>-1</sup> of d.m.

Mikroelement Microelement	Odmiana – Cultivar				Średnia Mean	NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>
	Ibis	Mila	Arkadia	Irga		
Fe	88,90	82,77	108,26	59,98	84,98	2,20
Mn	9,21	8,84	11,74	7,20	9,25	0,59

Najwyższą koncentrację żelaza stwierdzono w bulwach odmiany Arkadia – średnio 108,26 mg·kg<sup>-1</sup> s.m., a istotnie niższą w odmianach pozostałych, tj. Ibis, Mila i Irga.

Bulwy odmiany Irga cechowały się dwukrotnie mniejszą koncentracją tego pierwiastka niż odmiany Arkadia, co świadczy o dużym wpływie cech odmianowych.

Tabela 3. Zawartość żelaza w bulwach ziemniaka w zależności od warunków pogodowych w latach badań i odmiany,  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.

Table 3. Content of iron in potato tubers depending on weather conditions in the research years and on the cultivar,  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  of d.m.

Rok – Year	Odmiana – Cultivar				Średnia Mean
	Ibis	Mila	Arkadia	Irga	
1995	84,42	76,27	99,48	59,05	79,81
1996	95,82	94,59	121,10	61,97	93,37
1997	86,47	77,44	104,20	58,93	81,76
Średnia – Mean	88,90	82,77	108,26	59,98	84,98
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:					
lat – years (I)		4,23			
odmian – cultivars (II)		2,20			
interakcji – interaction: I x II		6,22			

Tabela 4. Zawartość żelaza w bulwach ziemniaka w zależności od sposobu zwalczania chwastów i odmiany,  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.

Table 4. Content of iron in potato tubers depending on the weed control method and cultivar,  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  of d.m.

Sposób zwalczania chwastów Weed control method	Odmiana – Cultivar				Średnia Mean
	Ibis	Mila	Arkadia	Irga	
1. Pielęgnacja mechaniczna Mechanical weeding	88,48	82,38	107,73	59,72	84,58
2. Basagran 600 SL	88,57	82,51	108,42	59,76	84,82
3. Basagran 600 SL + Sencor 70 WP (mieszanka – mixture)	89,37	83,02	108,67	60,11	85,29
4. Bładex 50 WP + Afalon 50 WP (mieszanka – mixture)	88,50	82,41	107,95	59,85	84,68
5. Sencor 70 WP, Titus 25 DF + Atpol	88,53	82,48	107,96	59,90	84,72
6. Basagran 600 SL, Nabu 20 EC	89,96	83,80	108,26	60,54	85,78
Średnia – Mean	88,90	82,77	108,83	59,98	84,98
Średnia dla obiektów 2-6 Mean for objects 2-6	88,99	82,84	108,37	60,03	85,06
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:					
sposobów zwalczania chwastów – weed control methods (I)				0,51	
odmian – cultivars (II)				2,20	
interakcji – interaction: I x II				ni – ns	

ni – ns – różnica nieistotna – non-significant difference

Zawartość żelaza w bulwach wykazywała istotne zróżnicowanie w zależności od układu warunków pogodowych w okresie wegetacji. W roku wilgotnym i chłodniej-

szym (1996) ziemniaki gromadziły więcej tego składnika niż w pozostałych latach (1995 i 1997), które były cieplejsze i suchsze.

Herbicydy zastosowane do odchwaszczania ziemniaka spowodowały podwyższenie zawartości żelaza w bulwach w porównaniu z obiektem kontrolnym, przy czym istotny wzrost koncentracji tego pierwiastka stwierdzono na obiektach trzecim (mieszanka Basagranu 600 SL + Sencor 70 WP) i szóstym (Basagran 600 SL i Nabu EC), tj. gdy środki ochrony aplikowano w formie mieszanki lub dwukrotnie po wschodach ziemniaka. Na pozostałych obiektach różnice pod względem zawartości żelaza w ziemniaku były nieistotne.

Zawartość manganu w bulwach wahała się w przedziale od 5,98 do 15,00 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. i zależała od uprawianych odmian, warunków pogodowych w latach prowadzenia badań i współdziałania odmian z latami (tab. 5, 6). Najwyższą koncentracją manganu cechowała się średnio późna odmiana Arkadia – średnio 11,74 mg·kg<sup>-1</sup> s.m., a najniższą Irga – średnio 7,20 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

Tabela 5. Zawartość manganu w bulwach ziemniaka w zależności od warunków pogodowych w latach badań i odmiany, mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

Table 5. Content of manganese in potato tubers depending on weather conditions in the research years and on the cultivar, mg·kg<sup>-1</sup> of d.m.

Rok – Year	Odmiana – Cultivar				Średnia Mean
	Ibis	Mila	Arkadia	Irga	
1995	6,82	7,00	9,11	5,98	7,23
1996	11,90	11,00	15,00	8,53	11,61
1997	8,91	8,53	11,11	7,08	8,91
Średnia – Mean	9,21	8,84	11,74	7,20	9,25
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:					
lat – years (I)		1,52			
odmian – cultivars (II)		0,59			
interakcji – interaction: I x II		1,94			

Zawartość manganu w bulwach wykazywała duże zróżnicowanie w zależności od lat badań. Zawartość tego mikroelementu była najwyższa w roku 1996, charakteryzującym się dobrze rozłożoną w czasie wegetacji ilością opadów oraz temperaturą sprzyjającą wzrostowi roślin ziemniaka. W tym roku wszystkie uprawiane w doświadczeniu odmiany cechowały się wyższą zawartością manganu niż z suchym roku 1995, ale najmniejsze różnice stwierdzono u odmiany Irga.

Porównując zawartość manganu w bulwach zaobserwowano, że zabiegi pielęgnacyjne z zastosowaniem herbicydów przyczyniły się do zwiększenia koncentracji tego mikroelementu (średnio od 0,02 do 0,31 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.) w porównaniu z ziemniakami zebranymi z obiektu kontrolnego, ale były to różnice nieistotne (tab. 6). W stosunku do obiektu kontrolnego najmniejszą reakcją na chemiczne środki chwastobójcze stwierdzono u odmiany Arkadia, natomiast największa różnica pod względem zawartości manganu wystąpiła w bulwach odmiany Ibis; wynosiła ona 0,64 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

Tabela 6. Zawartość manganu w bulwach ziemniaka w zależności od sposobu zwalczania chwastów i odmiany, mg·kg<sup>-1</sup> s.m.Table 6. Content of manganese in potato tubers depending on the weed control method and on the cultivar, mg·kg<sup>-1</sup> of d.m.

Sposób zwalczania chwastów Weed control method	Odmiana – Cultivar				Średnia Mean
	Ibis	Mila	Arkadia	Irga	
1. Pielęgnacja mechaniczna Mechanical weeding	9,02	8,75	11,72	7,08	9,14
2. Basagran 600 SL	9,26	8,82	11,73	7,14	9,24
3. Basagran 600 SL + Sencor 70 WP (mieszanka – mixture)	9,27	8,89	11,74	7,13	9,26
4. Bładex 50 WP + Afalon 50 WP (mieszanka – mixture)	9,02	8,77	11,73	7,13	9,16
5. Sencor 70 WP, Titus 25 DF + Atpol	9,05	8,85	11,73	7,33	9,24
6. Basagran 600 SL, Nabu 20 EC	9,66	8,97	11,78	7,37	9,45
Średnia – Mean	9,21	8,84	11,74	7,20	9,25
Średnia dla obiektów 2-6 Mean for objects 2-6	9,25	8,86	11,74	7,22	9,27
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:					
sposobów zwalczania chwastów – weed control methods (I)			ni – ns		
odmian – cultivars (II)			0,59		
interakcji – interaction: I x II			ni – ns		

ni – ns – różnica nieistotna – non-significant difference

## DYSKUSJA

W przedstawionych badaniach zawartość żelaza w bulwach wahała się od 58,93 do 121,10 mg·kg<sup>-1</sup> s.m., podczas gdy Kabata-Pendias i Pendias [1993] za optymalną uważają zawartość w granicach 21-58 mg·kg<sup>-1</sup> s.m., a Ostrowska i in. [1991] oceniają, że zawartość tego pierwiastka w ziemniaku wynosi 93-188 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. Wysoką koncentrację żelaza w bulwach ziemniaka – w odróżnieniu od innych mikroelementów – stwierdzają również Mikos-Bielak i Sawicka [1992] (60-125 mg·kg<sup>-1</sup> s.m), Sawicka [1996] (47-186 mg), Gąsior [1996] (96-148 mg), Prośba-Białczyk i Mydlarski [1999a] (28-74 mg) oraz Kucharzewski i in. [2002] (od 15 do 2468 mg na terenach zanieczyszczonych).

Badania własne wykazały, że zawartość żelaza w bulwach ziemniaka stanowi cechę odmianową oraz zależy od warunków pogodowych i sposobów zwalczania chwastów. Wpływ właściwości odmianowych na zawartość żelaza podkreślają Leszczyński i Liścińska [1986], Mikos-Bielak i Sawicka [1992], Gąsior [1996], a także Sawicka [1996]. Natomiast Prośba-Białczyk i Mydlarski [1999a] nie stwierdzili różnic międzyodmianowych pod względem tej cechy, ale zaobserwowali, że kumulacja żelaza w czasie wegetacji była modyfikowana właściwościami odmian. Wielu autorów potwierdza, że kumulacja żelaza w bulwach zależy od ilości opadów i temperatury w czasie wegetacji [Dziekanowski i in. 1992, Boligłowa 1996, Gąsior 1996, Sawicka 1996, Ciećko i Wyszowski 2000]. Natomiast w badaniach Prośby-Białczyk i Mydlarskiego [1999b] lata

jako źródło zmienności nie wpływały istotnie na zawartość żelaza, a w doświadczeniach Mikos-Bielak i in. [1996] – na koncentrację żelaza i manganu.

Herbicydy zastosowane w pielęgnacji ziemniaka powodowały wzrost zawartości żelaza w bulwach badanych odmian. Podobne zmiany koncentracji żelaza, lecz w powiązaniu z odmianami stwierdzili Makarska i in. [1992], stosując środki odchwaszczające w pszenżycie. Jednocześnie autorzy ci wykazali, że znacznie mniejsze były zmiany zawartości mikroelementów (Fe, Mn, Cu, Zn) spowodowane stosowaniem herbicydów niż warunkami pogodowymi w okresie wegetacji czy właściwościami odmianowymi. Rudzińska-Mękal i Mikos-Bielak [2000] zaobserwowały wzrost zawartości żelaza i manganu w bulwach większości analizowanych odmian ziemniaka pod wpływem regulatorów wzrostu.

Poziom zawartości manganu w bulwach ziemniaków w przeprowadzonym doświadczeniu pokrywa się z podawanym przez innych autorów – 3,6-15 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. [Kabata-Pendias i Pendias 1993, Sawicka 1996, Sykut i in. 1998]. W badaniach Mikos-Bielak [1999] górna granica zakresu była przekroczona dwukrotnie, a u Kucharzewskiego i in. [2002] prawie dziesięciokrotnie. Toksyczne dla większości roślin jest stężenie Mn wynoszące ok. 500 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. [Kucharzewski i Dębowski 2001]. Należy podkreślić, że Fe, Mn, Cu, Zn gromadzą się głównie w zewnętrznej warstwie bulwy ziemniaka, a więc ich nadmiar można usunąć poprzez obieranie [Mikos-Bielak 1999].

O zawartości manganu w bulwach w sposób istotny decydowały odmiany i warunki pogodowe w latach badań, co potwierdzają wyniki uzyskane przez Boligłową [1996], Sawicką [1996] oraz Ciećko i Wyszkwoskiego [2000].

W literaturze brak jest danych o zmianach zawartości mikroelementów w bulwach pod wpływem środków ochrony roślin, w tym herbicydów, spełniających ważną rolę w agrotechnice. Wskazuje to na potrzebę badań w tym zakresie.

## WNIOSKI

Zastosowane herbicydy (Basagran 600 SL, Sencor 70 WP, Bladex 50 WP, Afalon 50 WP, Titus 25, Nabu 20 EC) powodują podwyższenie zawartości żelaza i wywołują tendencję do wzrostu zawartości manganu w bulwach ziemniaka. Ponadto koncentracja żelaza i manganu zależy od czynników odmianowych i warunków pogodowych w okresie wegetacji ziemniaka. Gromadzeniu żelaza i manganu w bulwach ziemniaka sprzyjają wilgotne i chłodne warunki pogodowe.

## PIŚMIENNICTWO

- Boligłowa E., 1996. Wpływ dolistnego dokarmiania na zawartość niektórych mikroelementów w bulwach ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 434, 163-167.
- Ciećko Z., Wyszkwoski M., 2000. Oddziaływanie nawożenia NPK i magnezu na zawartość mikroelementów pokarmowych (Fe, Cu, Zn i Mn) w bulwach ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 471, 197-204.
- Czuba R., 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 471, 161-169.
- Dzieskanowski A., Ciećko Z., Nowak G., 1992. Zawartość podstawowych makro- i mikroelementów w bulwach ziemniaka w zależności od poziomu nawożenia potasem. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura 54, 117-126.

- Gąsior J., 1996. Wpływ nawożenia azotowego i terminu zbioru na zawartość żelaza w bulwach ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 434, 243-248.
- Gembarzewski H., 2000. Stan i tendencje zmian zawartości mikroelementów w glebach i roślinach z pól produkcyjnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 471, 171-179.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1993. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN Warszawa.
- Kucharzewski A., Dębowski M., 2001. Ocena stanu zanieczyszczenia płodów rolnych na obszarze województwa dolnośląskiego. *Stacja Chemiczno-Rolnicza we Wrocławiu*, 3-67.
- Kucharzewski A., Nowak L., Dmowski Z., Markowska J., 2002. Zawartość metali ciężkich i siarki w ziemniakach na Dolnym Śląsku. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 489, 491-497.
- Leszczyński W., 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność* 4 (25), 5-27.
- Leszczyński W., Lisińska G., 1986. Wpływ nawożenia azotem i terminu sadzenia ziemniaka odmian Atol, Cisa i Reda na zmiany jakości bulw. *Biul. Inst. Ziemn.* 34, 63-72.
- Makarska E., Bubicz M., Pawłowska J., 1992. Zawartość mineralnych składników pokarmowych w ziarnie kilku odmian pszenżyta ozimego przy zastosowaniu herbicydów. VII Symp. Mikroelementy w rolnictwie, 278-283.
- Makarska E., Makarski B., 1989. Wpływ preparatu Avenge na zawartość mikroelementów w częściach nadziemnych i ziarnie pszenicy jarej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 325, 101-107.
- Mikos-Bielak M., 1999. Wpływ zanieczyszczeń w rejonie Stalowej Woli na zawartość makro- i mikroelementów w bulwach ziemniaka. *Mat. Konf. Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość*. IHAR Radzików, 189-191.
- Mikos-Bielak M., Bubicz M., Warda Z., 1996. Zawartość Cu, Mn, Zn i Fe w bulwach ziemniaków pochodzących z regionu środkowo-wschodniej Polski. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 434, 323-328.
- Mikos-Bielak M., Sawicka B., 1992. Zmienność zawartości mikroelementów w bulwach różnych odmian ziemniaków. VII Symp. Mikroelementy w rolnictwie, 136-140.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991. *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*. Wyd. Inst. Ochrony Środowiska Warszawa.
- Patorczyk-Pytlik B., Spiak Z., 1992. Przegląd badań nad mikroelementami przeprowadzonych w Polsce w latach 1980-1990. Wrocław, 1-101.
- Prośba-Białczyk U., Mydlarski M., 1999a. Wpływ warunków siedliska i właściwości odmian na zawartość pierwiastków śladowych w bulwach ziemniaka. *Mat. Konf. Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość*. IHAR Radzików, 181-183.
- Prośba-Białczyk U., Mydlarski M., 1999b. Zmiany zawartości niektórych metali ciężkich podczas wegetacji ziemniaka. *Mat. Konf. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości płodów rolnych*. SGGW Warszawa, 122-127.
- Rudzińska-Mękal B., Mikos-Bielak M., 2000. Wpływ regulatorów wzrostu na zawartość mikroelementów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 471, 505-512.
- Sawicka B., 1996. Zmiany zawartości manganu i żelaza w bulwach wczesnych odmian ziemniaka w okresie wegetacji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 434, 225-229.
- Shorrocks V.M., 1987. Recent developments regarding Boron, Copper, Iron, Manganese, Molybdenum, Selenium and Zinc. [In:] *The utilisation of secondary and trace elements in agriculture*, M. Nijhof Pub. For the UN, 270-290.
- Spiak Z., 2000. Mikroelementy w rolnictwie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 471, 29-34.
- Sykut S., Ruszkowska M., Wojcieszka U., Kusio M., 1998. Zawartość manganu w roślinach jako wskaźnik stopnia zakwaszenia gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 456, 233-236.
- Żechałko-Czajkowska A., 1992. Mikroelementy w pożywieniu człowieka. VII Symp. Mikroelementy w rolnictwie, 20-25.



## CONTENT OF IRON AND MANGANESE IN TUBERS OF POTATO CULTIVATED USING DIFFERENT WEED CONTROL METHODS

**Abstract.** The study was based on a field experiment carried out at the Experimental Station at Zawady over 1995-1997 and aimed at determining the effect of some herbicides on the iron and manganese contents in table potato tubers. The experimental factors included 6 weed control methods and 4 cultivars of potato. The iron and manganese contents in potato tubers were determined with the AAS method. The content of iron depended significantly on the weed control methods, cultivar-specific characteristics of potato and the weather conditions in vegetation periods, while the concentration of manganese – on the cultivar and weather conditions.

**Key words:** potato, iron, manganese, cultivars, herbicides

Otrzymano – Received: 02.10.2003

Zaakceptowano – Accepted: 15.01.2004