

WPŁYW NAWOŻENIA MAGNEZEM NA ZAWARTOŚĆ KWASÓW ORGANICZNYCH I CIEMNIENIE MIĄŻSZU BULW ZIEMNIAKA ODMIANY MILA

Elżbieta Wszelaczyńska

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Streszczenie. W latach 1995-1997 prowadzono dwuczynnikowe doświadczenie, którego celem było określenie: czy i w jakim stopniu nawożenie magnezem wpływa na zawartość kwasów organicznych i ciemnienie miąższu bulw ziemniaka bezpośrednio po uzyskaniu ich pełnej dojrzałości oraz po okresie jesienno-zimowego składowania. Badano jadalną odmianę ziemniaka Milla. Czynniki doświadczenia były: 2 terminy oceny (po zbiorach i po 6 miesiącach przechowywania) oraz 5 poziomów nawożenia magnezem (15, 35, 50, 70, 85 kg MgO·ha⁻¹) na tle stałego nawożenia azotem, fosforem i potasem. W doświadczeniu oznaczono stopień ciemnienia miąższu bulw surowych i ugotowanych oraz zawartość kwasów organicznych powodujących ciemnienie. Nawożenie magnezem ma istotny wpływ na zawartość kwasów organicznych w bulwach. Najkorzystniej na zawartość kwasów chlorogenowego i cytrynowego oddziałuje dawka 70 kg MgO·ha⁻¹, a koncentracja kwasu askorbinowego jest największa po zastosowaniu 50 kg MgO·ha⁻¹. Nawożenie magnezem zmniejsza ciemnienie miąższu bulw, co jest korzystne dla konsumentów.

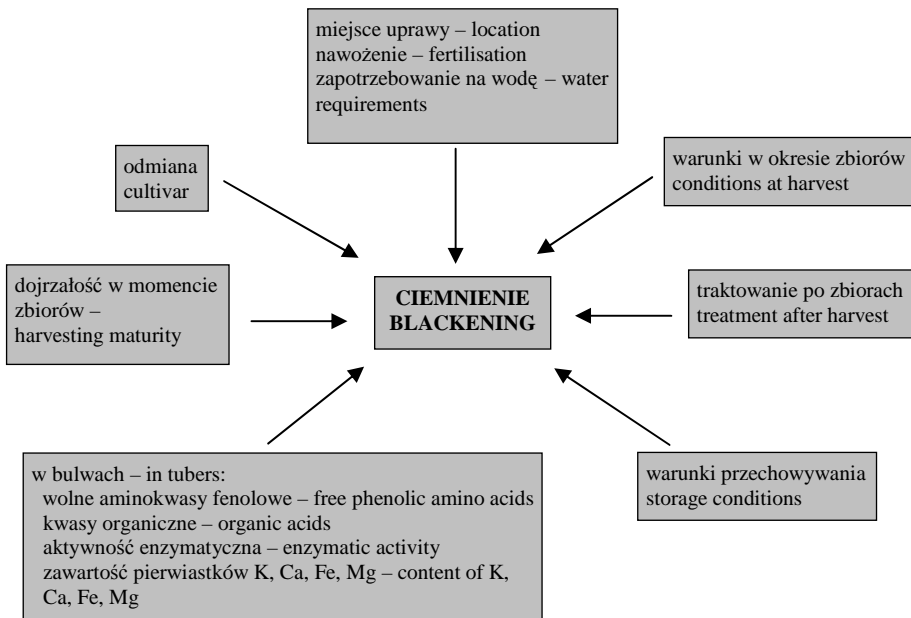
Słowa kluczowe: ziemniak, przechowywanie, nawożenie Mg, kwasy: chlorogenowy, cytrynowy, askorbinowy, ciemnienie miąższu

WSTĘP

Stres wywołany niedoborem wody i substancji odżywczych w okresie wegetacji ziemniaka oraz inne czynniki oddziałujące na bulwy po zbiorach powodują ich zmiany jakościowe. Występuje zwiększona tendencja do czarnej plamistości bulw, ciemnienia miąższu bulw surowych i po ugotowaniu oraz zmniejszona odporność na powstawanie poudarzeniowej plamistości, gorsza zdolność przechowalnicza i przydatność bulw do przetwórstwa (rys. 1).

Procesy utleniania fenoli (głównie tyrozyny i kwasów fenolowych: chlorogenowego i kawowego) zachodzące w surowych bulwach ziemniaka oraz udział enzymów powodują enzymatyczne ciemnienie miąższu bulw [Leszczyński 1994, Putz 1995, Miller

1996]. Procesowi temu zapobiegają zawarte w bulwie substancje redukujące, takie jak kwas askorbinowy i cytrynowy. W naszym kraju bulwy ziemniaka spożywa się najczęściej po ugotowaniu, dlatego ważne jest zachowanie pierwotnej barwy miąższu. Miąższ bulwy po ugotowaniu może przybierać odcień szary. Zjawisko to nazywamy ciemnieniem po ugotowaniu lub chemicznym i nie jest ono wynikiem enzymatycznych procesów utleniania. Polega ono na łączeniu się kwasu chlorogenowego z Fe^{++} do ciemno zabarwionych kompleksów kwasu żelazodwuchlorogenowego [Leszczyński 1994, Putz 1995, Miller 1996]. Proces ten ulega zahamowaniu w obecności związków chelatujących żelazo, głównie kwasu cytrynowego [Rogozińska i Pińska 1995, Miller 1996].



Rys. 1. Czynniki wpływające na ciemnienie bulw ziemniaka [Pawelzik i Delgado 1999]
 Fig. 1. Factors affecting potato tuber blackening [Pawelzik and Delgado 1999]

Skłonność bulw do ciemnienia zarówno enzymatycznego, jak i nieenzymatycznego uznawana jest za cechę negatywną. Bulwy o pociemniałym miąższu wyglądają niekorzystnie i nie są akceptowane przez konsumentów. Zakładając, że magnez spełnia bardzo ważne funkcje w metabolizmie roślin, należy przyjąć, że optymalne zaopatrzenie ziemniaka w ten składnik może mieć decydujący wpływ na gromadzenie się w bulwach związków organicznych, które uczestniczą w procesach ciemnienia miąższu.

Celem podjętych badań było określenie: czy i w jakim stopniu nawożenie magnezem wpływa na zawartość kwasów organicznych oraz ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych. Zbadano również, w jakim stopniu zastosowane dawki magnezu modyfikują tę cechę po okresie jesienno-zimowego przechowywania.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły ziemniaki średnio wczesnej odmiany Mila. W przeprowadzonym doświadczeniu badano dwa czynniki:

I – termin oceny (po zbiorze oraz po 6 miesiącach przechowywania),

II – nawożenie magnezem w $\text{kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$ (siarczan magnezu).

Zastosowano pięć poziomów nawożenia magnezem + obiekt kontrolny:

15 $\text{kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$ – dolistnie,

35 $\text{kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$ – doglebowo,

50 $\text{kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$ – 35 kg doglebowo + 15 dolistnie,

70 $\text{kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$ – doglebowo,

85 $\text{kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$ – 70 kg doglebowo + 15 dolistnie.

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1995-1997 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Akademii Techniczno-Rolniczej w Minikowie (woj. kujawsko-pomorskie) na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, o niskiej zawartości magnezu (klasa zasobności IV). Nawożenie magnezem doglebowo zastosowano przed sadzeniem, natomiast dawkę dolistną dzielono na połowę i opryskiwano rośliny dwukrotnie: na początku i w pełni kwitnienia w formie 5% roztworu siarczanu magnezu na tle stałego nawożenia N – 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, P_2O_5 – 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, K_2O – 180 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. W doświadczeniu nie stosowano obornika w celu wyraźniejszego uchwycenia reakcji rośliny na zastosowane nawożenie magnezem.

Bulwy ziemniaka składowano w przechowalni przez okres 6 miesięcy w temperaturze 6°C i stałej wilgotności względnej powietrza równej 95%. Badania obejmowały ocenę ciemnienia miąższu bulw surowych i ugotowanych w odwróconej 9° skali duńskiej zalecanej przez EAPR (European Association for Potato Research), gdzie: 9 pkt. oznacza bulwy nie ciemniejące, 1 pkt – czarne.

W bulwach ziemniaka zarówno bezpośrednio po zbiorze, jak i po pełnym okresie przechowywania (6 miesięcy) oznaczono również te parametry, które mają bezpośredni wpływ na ciemnienie miąższu bulw surowych i po ugotowaniu – zawartość kwasów: chlorogenowego (metodą Mapsona i in.) i cytrynowego (metodą Paczinoka [1976]) oraz witaminy C (metodą Tillmansa [Budślawski i Drabent 1972]).

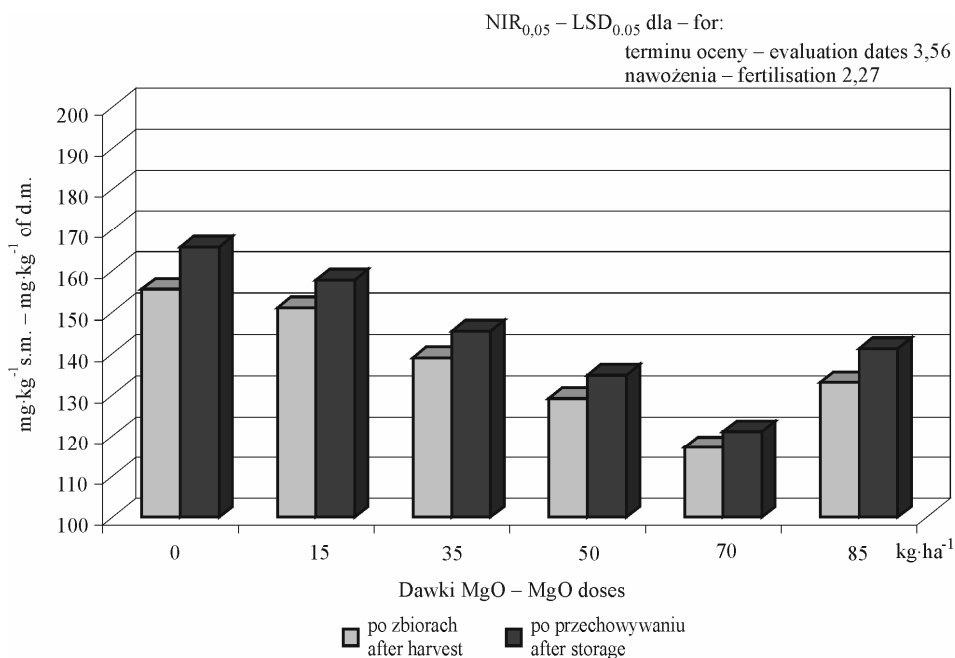
Uzyskane wyniki obliczono statystycznie wykorzystując analizę wariancji.

WYNIKI I DISKUSJA

W bulwach ziemniaka podstawowe procesy biochemiczne i fizjologiczne przebiegają w środowisku płynnym, które stanowi przede wszystkim sok komórkowy. Ważnym jego składnikiem są kwasy organiczne: cytrynowy, jabłkowy, askorbinowy i kwasy polifenolowe, a więc związki biorące udział w procesach wpływających na ciemnienie miąższu bulw.

Badania dotyczące ciemnienia miąższu bulw ziemniaka prowadzone przez Horneburga i Wirsinga [1995], Pawelzik i Delgado [1999] wskazują, że stresy wywołane niedoborem magnezu są główną przyczyną większej koncentracji związków fenolowych w bulwach w okresie ich wegetacji. W badaniach własnych poziom kwasu chlorogenowego zależny był zarówno od terminu oceny, jak i nawożenia magnezem (rys. 2). Wraz ze wzrostem dawek magnezu zaobserwowano spadek zawartości kwasu chlo-

rogenowego w bulwach. Najkorzystniejszą, zarówno dla bulw analizowanych bezpośrednio po zbiorze, jak i po przechowywaniu, okazała się dawka 70 kg MgO·ha⁻¹, przy której zawartość kwasu chlorogenowego była najmniejsza i wynosiła odpowiednio 117,1 mg·kg⁻¹ s.m. po zbiorach i 121 mg·kg⁻¹ s.m. po przechowywaniu. Podobne rezultaty uzyskali Rogozińska i Wojdyła [1991], Rogozińska i Pińska [1995]. Natomiast Rogozińska i Wojdyła [1993] nie stwierdzili istotnego obniżenia zawartości kwasu chlorogenowego w bulwach ziemniaka pod wpływem nawożenia magnezem, natomiast zaobserwowali tendencję spadkową.



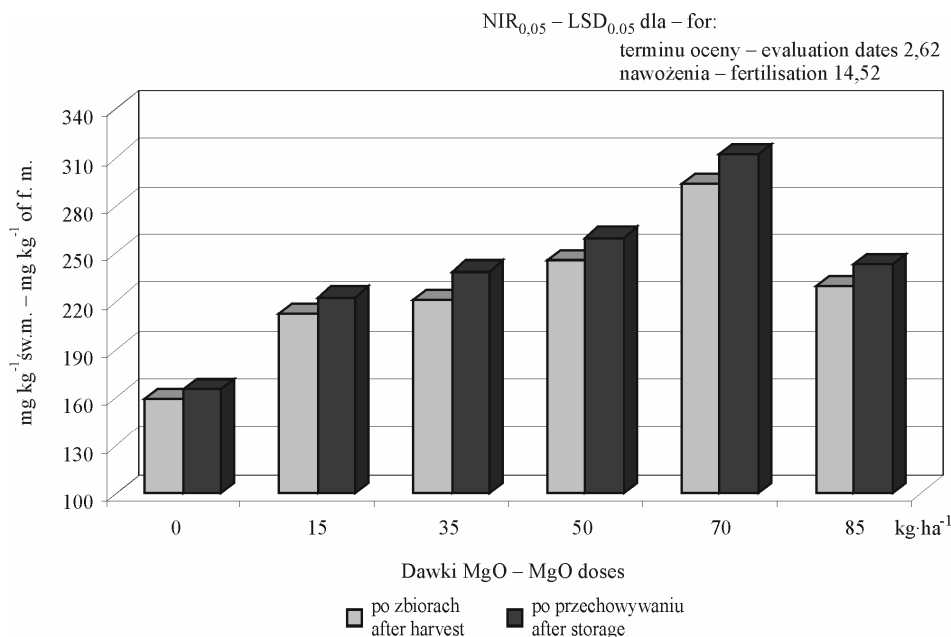
Rys. 2. Zawartość kwasu chlorogenowego w bulwach ziemniaka w zależności od terminu ich oceny i poziomu nawożenia magnezem (średnia z trzech lat)

Fig. 2. Effect of magnesium fertilisation levels and evaluation timing on chlorogenic acid content in potato tubers (three-year mean)

Po 6 miesiącach przechowywania bulw poziom kwasu chlorogenowego wzrósł w stosunku do wartości początkowej (rys. 2). Zdaniem wielu autorów, między innymi Rogozińskiej i Pińskiej [1995], Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [1996], jest to związane ze stresami, na jakie narażone są bulwy w okresie składowania. Ich przyczyną są nieodpowiednie warunki środowiskowe: temperatura i wilgotność powietrza, skład gazowy otaczającej bulwy atmosfery oraz uszkodzenia mechaniczne.

Zawartość kwasu cytrynowego w bulwach uzależniona jest od odmiany ziemniaka i nawożenia [Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 1981, Rogozińska i Wojdyła 1993, Rogozińska i Pińska 1995, Wojdyła 1997]. Badania własne wykazały, że nawożenie magnezem wpływa dodatnio na zawartość kwasu cytrynowego w bulwach ziemniaka odmiany Mila. Zwiększanie dawki magnezu powodowało wyraźny wzrost zawartości tego składnika w bulwach po zbiorze do dawki 70 kg MgO·ha⁻¹ (rys. 3). Podobne wyniki otrzymali Rogozińska i Wojdyła [1993] oraz Rogozińska i Pińska [1995] stosując magnez

w dawkach: 20, 40, 60 kg MgO·ha⁻¹. Zawartość kwasu cytrynowego w bulwach oznaczona po przechowywaniu wzrosła w stosunku do zawartości wyjściowej. Podobnie jak po zbiorze, najwyższą jego ilość miały bulwy pochodzące z obiektu nawożonego dawką 70 kg MgO·ha⁻¹ (rys. 3).

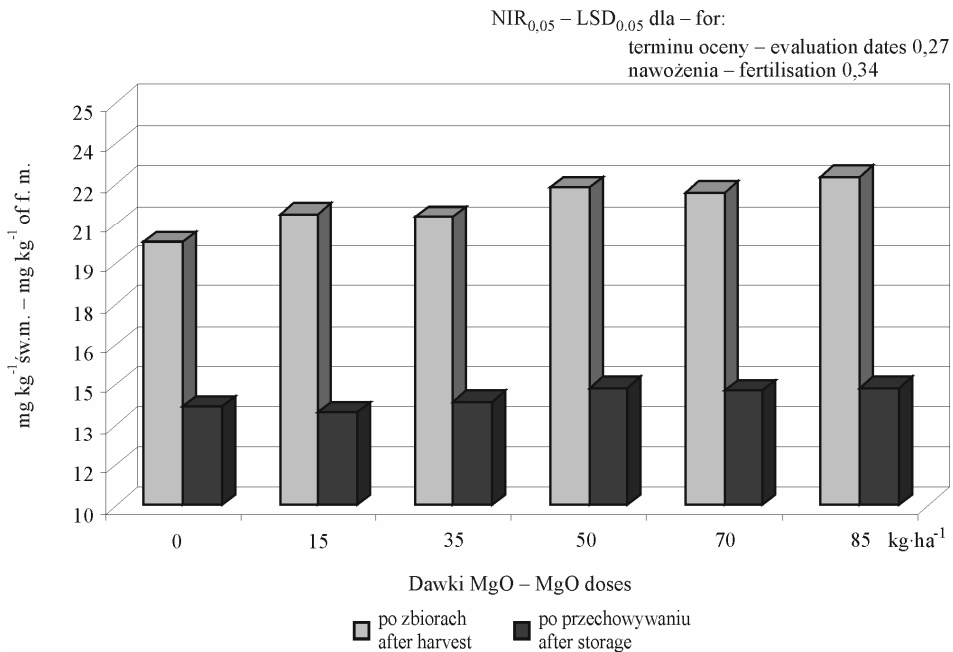


Rys. 3. Zawartość kwasu cytrynowego w bulwach ziemniaka w zależności od terminu ich oceny i poziomu nawożenia magnezem (średnia z trzech lat)

Fig. 3. Effect of magnesium fertilisation levels and evaluation dates on citric acid content in potato tubers (three-year mean)

Istnieje pogląd, że prawidłowe zaopatrzenie ziemniaka w magnez wpływa na aktywowanie enzymów odpowiedzialnych za syntetyzowanie w ich bulwach witaminy C [Rogozińska i Wojdyła 1993, 1996, Sienkiewicz 1995]. Przeprowadzone badania potwierdzają tę zależność, gdyż każda z zastosowanych dawek magnezu powodowała wzrost zawartości tej witaminy w stosunku do obiektu kontrolnego. Najkorzystniejszą okazała się dawka 50 kg MgO·ha⁻¹ (rys. 4). Również Rogozińska i Wojdyła [1990, 1991] uzyskali wysoki dodatni stopień korelacji pomiędzy nawożeniem magnezem a zawartością witaminy C w bulwach ziemniaka. Ci sami autorzy w innych badaniach [1993] nie stwierdzili istotnego wpływu magnezu na zawartość tej witaminy. Uzyskanie takiego rezultatu było prawdopodobnie związane z negatywnym wpływem azotu na koncentrację witaminy C w bulwach [Müller 1986, Rogozińska i Wojdyła 1996]. O ile opinie dotyczące wpływu nawozów magnezowych na zawartość witaminy C są rozbieżne, to w zakresie zmian zachodzących w bulwach przechowywanych autorzy są zgodni, że w wyniku długotrwałego składowania bulw zawsze następują jej straty [Rogozińska i Wojdyła 1991, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 1996]. W przeprowadzonych badaniach własnych ubytki witaminy C po okresie składowania wyniosły średnio 34%. Najwyższe ilości witaminy C po przechowywaniu zawierały bulwy, które w okresie

wegetacji nagromadziły jej najwięcej i jest to zgodne z wcześniejszymi wynikami Rogozińskiej [1990, 1991] oraz Rogozińskiej i Wojdyły [1991].



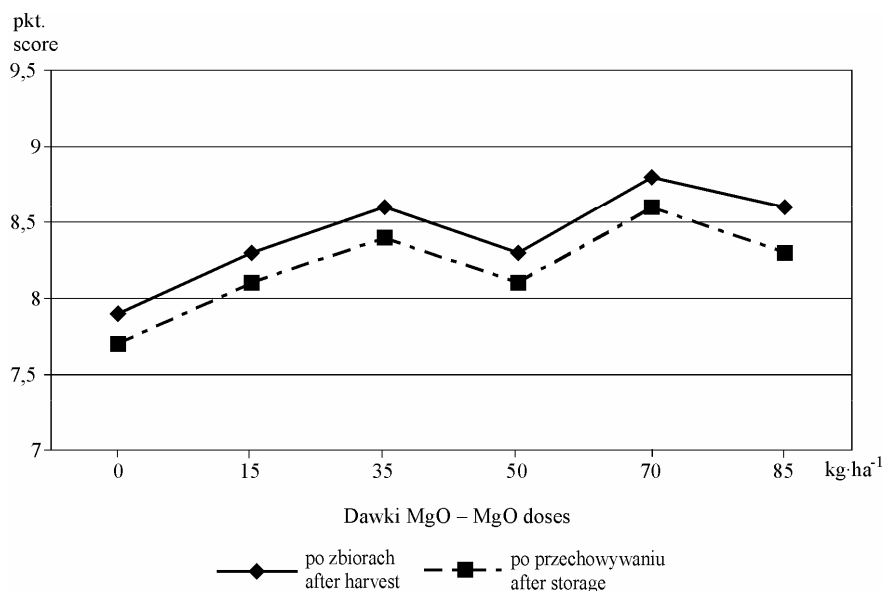
Rys. 4. Zawartość kwasu askorbinowego w bulwach ziemniaka w zależności od terminu ich oceny i poziomu nawożenia magnezem (średnia z trzech lat)

Fig. 4. Effect of magnesium fertilisation levels and evaluation dates on ascorbic acid content in potato tubers (three-year mean)

Ciemnienie miąższu bulw ziemniaka uważa się za cechę negatywną, powodującą często ich dyskwalifikację głównie jako produktu wyjściowego do dalszej obróbki technologicznej. W przeprowadzonych badaniach, dokonując oceny ciemnienia miąższu bulw surowych i ugotowanych bezpośrednio po ich zbiorze, stwierdzono obniżenie intensywności ciemnienia miąższu pod wpływem wzrastających dawek magnezu (rys. 5-8). Otrzymane wyniki są zgodne z rezultatami uzyskanymi przez Rogozińską [1991], Rogozińską i Pińską [1995], Ciecko i Żołnowskiego [1999]. Ponadto badania własne wykazały, że intensywność ciemnienia miąższu po przechowywaniu (rys. 5-8) była nieco większa niż po zbiorze, co jest zgodne z wynikami Rogozińskiej [1991], Rogozińskiej i Pińskiej [1995], Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk [1996].

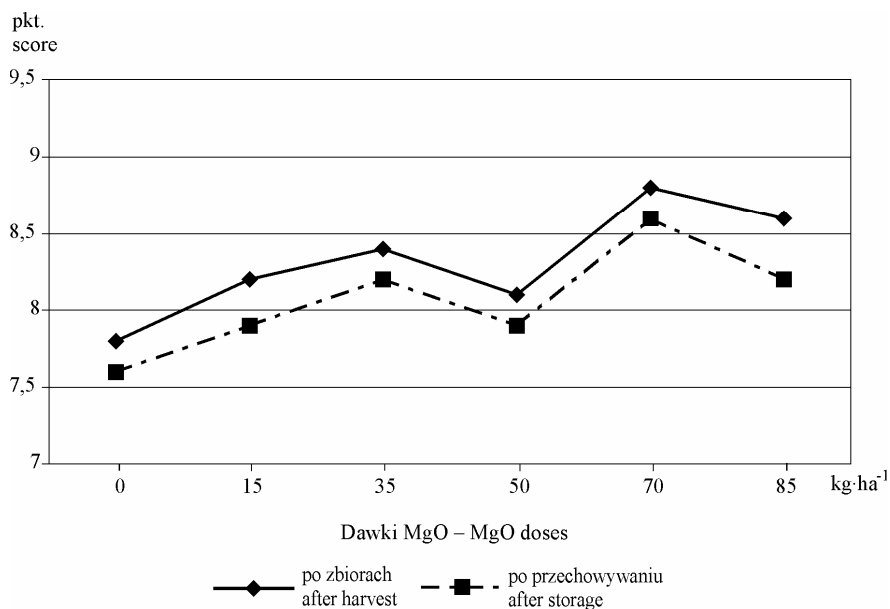
Według wielu autorów [Rogozińska 1991, Leppack 1995, Rogozińska i Pińska 1995, Miller 1996, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 1996] wzrost ciemnienia miąższu bulw przechowywanych jest skutkiem zmian zachodzących w ich składzie chemicznym (obniżenie koncentracji witaminy C, wzrost zawartości kwasu chlorogenowego).

Szeroko omówione w literaturze zagadnienie wpływu kwasów na procesy ciemnienia miąższu bulw nie obejmuje jednak zakresu ich wzajemnego współdziałania.



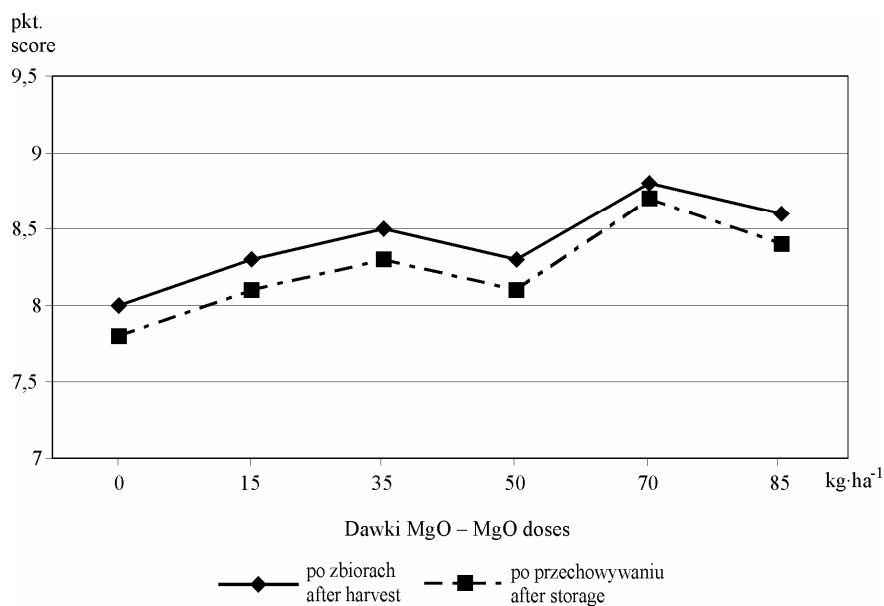
Skala oceny (9-1) – 9-1 score → 9 pkt. – nie ciemniejące – non-blackening, 1 pkt – czarne – black

Rys. 5. Ciemnienie miąższu bulw surowych (po 10 min. – średnia z trzech lat)
 Fig. 5. Potato tubers blackening (after 10 min. – three-year mean)



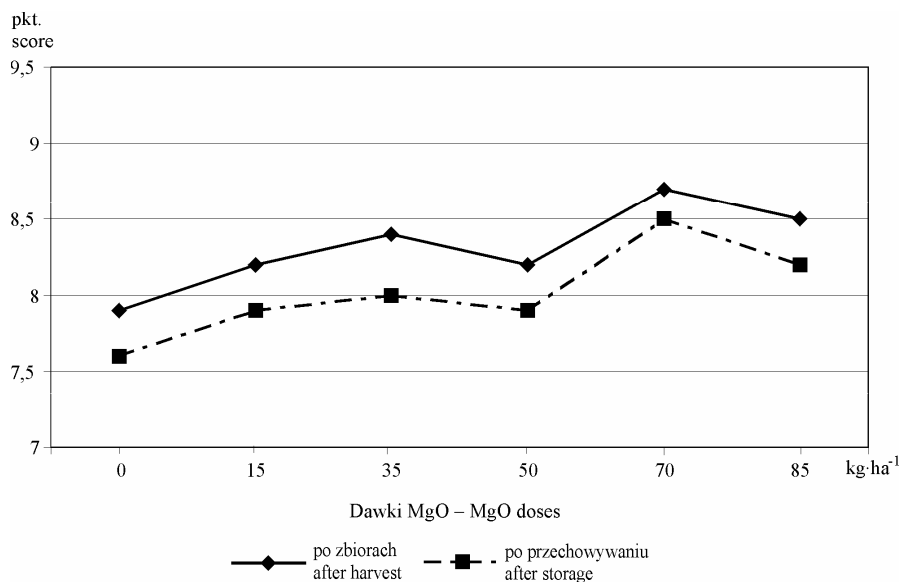
Skala oceny (9-1) – 9-1 score → 9 pkt. – nie ciemniejące – non-blackening, 1 pkt – czarne – black

Rys. 6. Ciemnienie miąższu bulw surowych (po 1 h – średnia z trzech lat)
 Fig. 6. Raw potato tubers blackening (after 1 h – three-year mean)



Skala oceny (9-1) – 9-1 score → 9 pkt. – nie ciemniejące – non-blackening, 1 pkt – czarne – black

Rys. 7. Ciemnienie miąższu bulw ugotowanych (po 10 min. – średnia z trzech lat)
 Fig. 7. Blackening of potato tubers after cooking (after 10 min. – three-year mean)



Skala oceny (9-1) – 9-1 score → 9 pkt. – nie ciemniejące – non-blackening, 1 pkt – czarne – black

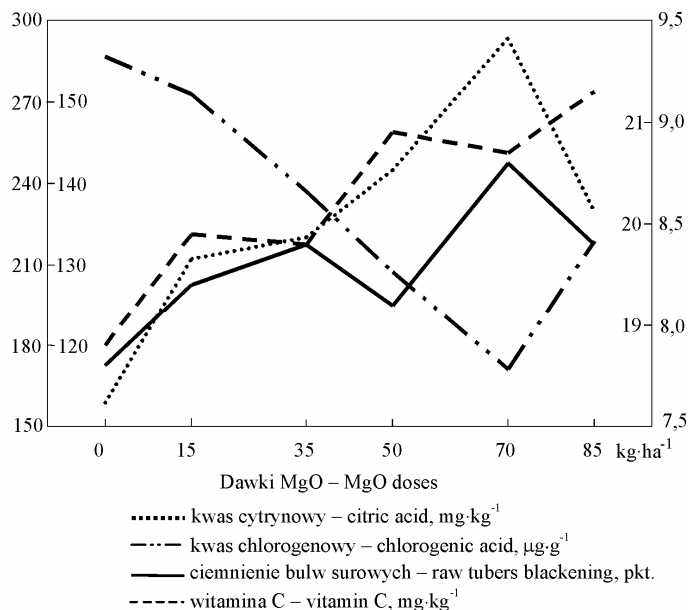
Rys. 8. Ciemnienie miąższu bulw ugotowanych (po 24 h – średnia z trzech lat)
 Fig. 8. Blackening of potato tubers after cooking (after 24 h – three-year mean)

W badaniach własnych ujemnie skorelowana z ciemnieniem miąższu bulw surowych i ugotowanych była zawartość kwasu chlorogenowego, natomiast dodatnią korelację wykazała zawartość kwasu cytrynowego i witaminy C. Wpływ kwasów organicznych na ciemnienie miąższu był większy w bulwach ugotowanych niż surowych (tab. 1). Zakres wpływu nawożenia magnezem na zawartość kwasów organicznych i ciemnienie bulw surowych po zbiorach i po przechowywaniu ilustrują rysunki 9 i 10.

Tabela 1. Współczynniki korelacji między badanymi cechami ziemniaka
Table 1. Correlation coefficients across the potato tuber features studied

Cecha – Feature	1	2	3	4	5	6	7
1 Kwas chlorogenowy Chlorogenic acid	1,00	ni – ns	ni – ns	-0,63	-0,63	-0,69	-0,72
2 Kwas cytrynowy Citric acid		1,00	ni – ns	0,62	0,62	0,67	0,63
3 Witamina C Vitamin C			1,00	0,35	0,32	0,35	0,47
4 Ciemnienie bulw surowych po 10 min. Raw tubers blackening after 10 min.				1,00	0,96	0,86	0,87
5 Ciemnienie bulw surowych po 1h Raw tubers blackening after 1h					1,00	0,87	0,89
6 Ciemnienie bulw ugotowanych po 10 min. Blackening of cooked tubers after 10 min.						1,00	0,97
7 Ciemnienie bulw ugotowanych po 24 h Blackening of cooked tubers after 24 h							1,00

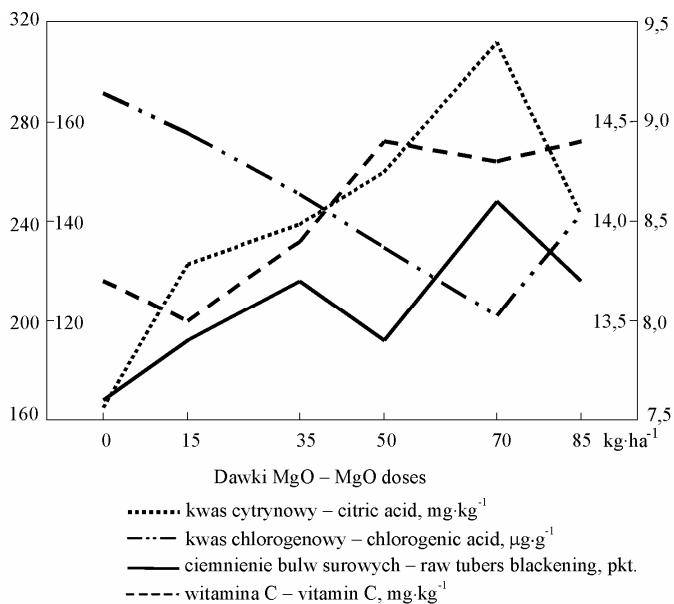
ni – ns – różnica nieistotna – non-significant difference



Rys. 9. Zakres wpływu nawożenia magnezem na zawartość składników wpływających na procesy ciemnienia bulw (średnia z trzech lat – po zbiorze)

Fig. 9. Range of the effect of magnesium fertilisation on the content of compounds crucial to potato tuber blackening (three-year mean – after harvest)

Bulwy miały najmniejszą tendencję do ciemnienia miąższu po zastosowaniu dawki $70 \text{ kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$, co było wynikiem osiągnięcia przy tej dawce najwyższej zawartości kwasu cytrynowego i wysokiej zawartości witaminy C, a jednocześnie niskiej zawartości kwasu chlorogenowego.



Rys. 10. Zakres wpływu nawożenia magnezem na zawartość składników wpływających na procesy ciemnienia bulw (średnia z trzech lat – po przechowywaniu)

Fig. 10. Range of the effect of magnesium fertilisation on the content of compounds crucial to potato tubers blackening (three-year mean – after storage)

WNIOSKI

1. Nawożenie magnezem wpływa istotnie na zawartość kwasów organicznych w bulwach ziemniaka odmiany Mila.

2. Najkorzystniej na zawartość kwasów chlorogenowego i cytrynowego oddziałuje dawka $70 \text{ kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$, a koncentracja kwasu askorbinowego jest największa po zastosowaniu $50 \text{ kg MgO}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3. Nawożenie magnezem zmniejsza ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych.

PIŚMIENNICTWO

Budślawski W., Drabent Z., 1972. Metody analizy żywności. WNT Warszawa.

Ciećko Z., Żołnowski A., 1999. Oddziaływanie nawożenia mineralnego na cechy kulinarne ziemniaka odmiany Mila. *Konf. Nauk. Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość*, Radzików, 123-126.

- Horneburg B., Wirsing F., 1995. Einfluss von Düngung und Beregnung auf die Ausprägung von Schwarzfleckigkeit. Kartoffelbau 46 (8), 318-320.
- Leppack E., 1995. Zur Schwarzfleckigkeit von Kartoffelknollen. Kartoffelbau 46 (6), 236-241.
- Leszczyński W., 1994. Ziemiak jako produkt spożywczy. Post. Nauk Roln. 1, 15-29.
- Miller M., 1996. Gentransfer und Schwarzfleckigkeit. Kartoffelbau 47 (6), 234-236.
- Müller K., 1986. The effect of foliar fertilization on the yield and quality of different crops. Foliar Fertilization. Ed. A. Alexander, M. Nijheff Pub., Dordrecht, 434-452.
- Paczynok Ch.N., 1976. Metody biochemicznego analizy roślin. Naukowa Dumka, Kijew.
- Pawelzik E., Delgado E., 1999. Wirkung von Trockenstress auf die Verfärbungsneigung von Kartoffelknollen. Kartoffelbau 50 (9/10), 358-360.
- Putz B., 1995. Derzeitiger Wissenstand zu Blau- und Schwarzfleckigkeit b.z.w. Beschädigungen. Kartoffelbau 46 (7), 284-286.
- Rogocińska I., 1990. Empfehlungen im Rahmen der Anwendung von Minereraldüngung zur Erzielung einer guten Qualität der Kartoffelernte. EAPR Abstract, Edinburg, 486-487.
- Rogocińska I., 1991. Einfluss der Magnesiumdüngung auf die Gütemerkmale der Kartoffel. Kartoffelbau 42 (6), 257-259.
- Rogocińska I., Pińska M., 1995. Wpływ nawożenia mineralnego na wartość technologiczną i przechowalniczą bulw ziemniaka jadalnego. XXIV Sesja Nauk. Jakość żywności – uwarunkowania surowcowe i technologiczne, 200-206.
- Rogocińska I., Wojdyła T., 1990. Einfluss der Magnesiumdüngung auf die Gütemerkmale der Kartoffelknollen. EAPR Abstract, Edinburg, 230-231.
- Rogocińska I., Wojdyła T., 1991. Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na wartość użytkową i przechowalniczą bulw ziemniaka przemysłowego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo 262, 251-258.
- Rogocińska I., Wojdyła T., 1993. Rola azotu i magnezu w kształtowaniu się plonów i jakości ziemniaka. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo 278, 317-329.
- Rogocińska I., Wojdyła T., 1996. The effect of mineral fertilization on the vitamin C content in potato tubers. 13th Trien. Conf. EAPR, Abstracts, 216.
- Sienkiewicz S., 1995. Plon i cechy jakościowe ziemniaka w zależności od nawożenia magnezem. Magnez w środowisku człowieka. IV Ogólnopolskie Symp. Magnezologiczne, Lublin, 48.
- Wojdyła T., 1997. Smakowitość bulw ziemniaka w zależności od zastosowanych fungicydów i nawożenia azotem. Fragm. Agronom. XIV 4 (56), 4-6.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A., 1981. Wpływ wzrastających dawek nawożenia azotem i temperatury przechowywania na ubytki i zmiany zawartości niektórych składników chemicznych bulw 7 nowych odmian. Biul. Inst. Ziemi. 25, 75-94.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A., 1996. Zmiany jakości ziemniaków jadalnych w czasie przechowywania. Ziemi. Pol. 4., 24-28.

EFFECT OF MAGNESIUM FERTILISATION ON THE CONTENT OF ORGANIC ACIDS AND 'MILA' POTATO TUBER BLACKENING

Abstract. Over 1995-1997 a two-factor experiment was carried out which aimed at defining whether and, if so, to what extent magnesium fertilisation affects the content of organic acids and potato tuber blackening right after reaching full maturity and after autumn-winter storage. 'Mila' table potato cultivar was researched. The experimental factors included: 2 evaluation dates (after harvest and after 6 months of storage) and 5 magnesium fertilisation rates (15, 35, 50, 70, 85 kg MgO·ha⁻¹) against fixed nitrogen, phosphorus and potassium fertilisation. In the experiment the degree of raw and cooked tuber blackening was evaluated as well as the content of organic acids which cause blackening. Magnesium fertilisation shows a significant effect on the content of organic

acids in tubers. The most favourable effect on the content of chlorogenic and citric acid was recorded for 70 kg MgO·ha⁻¹, while a concentration of ascorbic acid was the highest for 50 kg MgO·ha⁻¹. Magnesium fertilisation, to the satisfaction of consumers, decreases tuber blackening.

Key words: potato, storage, Mg fertilisation, acids: chlorogenic, citric, ascorbic, blackening

Otrzymano – Received: 03.09.2003

Zaakceptowano – Accepted: 22.12.2003