

PIOTR BARBAŚ¹**BARBARA SAWICKA**²¹Zakład Agronomii Ziemiaka, IHAR — PIB Oddział w Jadwisinie²Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka w zależności od sposobu pielęgnacji

The content of vitamin C in potato tubers depending on different methods of potato production

Celem badań polowych przeprowadzonych w latach 2007–2009 była ocena zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka uprawianego w warunkach stosowania różnych metod pielęgnacji. Doświadczenie przeprowadzono w zakładzie doświadczalnym IHAR — PIB w Jadwisinie na glebie płowej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym, split-plot, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były odmiany ziemniaka: Irga i Fianna, czynnik II rzędu stanowiły sposoby pielęgnacji: 1) Obiekt kontrolny — bez chemicznej ochrony i zabiegów mechanicznych; 2) Ekstensywne zabiegi mechaniczne, (co 2 tygodnie) od posadzenia aż do zwarcia rzędów; 3) Sencor 70 WG — 1 kg·ha⁻¹ przed wschodami ziemniaka; 4) Sencor 70 WG — 1 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG — 40 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC — 0,1% przed wschodami ziemniaka; 5) Sencor 70 WG — 0,5 kg·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka; 6) Sencor 70 WG — 0,3 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG — 30 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC — 0,1% po wschodach ziemniaka; 7) Sencor 70 WG — 0,3 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC — 2 dm·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka; 8) Sencor 70 WG — 0,3 kg·ha⁻¹ + Apyros 75 WG 26,5 g·ha⁻¹ + Atpolan 80 SC — 1 dm·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka. Do opryskiwania roślin herbicydami zużywano 300 dm·ha⁻¹ wody. Zbiór bulw przeprowadzono w fazie dojrzałości technicznej ziemniaka. Oznaczenia witaminy C przeprowadzono metodą Tillmansa. O zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka istotnie decydował czynnik odmianowy. Wyższą zawartością witaminy C charakteryzowała się średnio późna Fianna niż średnio wczesna Irga. Wpływ sposobów pielęgnacji na zawartość witaminy C był uzależniony od warunków atmosferycznych w latach badań

Słowa kluczowe: ziemniak, odmiana, metody pielęgnowania, witamina C

The test results were based on a field experiment conducted in 2007–2009 in IHAR — PIB in Jadwisin on lessive soil with granulometric composition of the loamy sand. Experiment was planned according to the method of drawn subblocks in the dependent arrangement, split-plot, in three replications. The first tested factor were cultivars of potato, Irga and Fianna, factor II, row weed control methods were: 1. object control — without chemical protection and mechanical treatments; 2. extensive mechanical treatments (every 2 weeks) after planting until row closure; 3. Sencor 70 WG

— 1 kg·ha⁻¹ pre-emergence of the potatoes; 4. Sencor 70 WG — 1 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG — 40 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC — 0.1% pre-emergence of the potatoes; 5. Sencor 70 WG — 0.5 kg·ha⁻¹ after emergence of the potatoes; 6. Sencor 70 WG — 0.3 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG — 30 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC — 0.1% after emergence of the potatoes; 7. Sencor 70 WG — 0.3 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC — 2 dm·ha⁻¹ after emergence of the potatoes; 8. Sencor 70 WG — 0.3 kg·ha⁻¹ + Apyros 75 WG 26.5 g·ha⁻¹ + Atpolan 80 SC — 1 dm·ha⁻¹ after emergence of the potatoes. Spraying of the plants with herbicides was consuming 300 dm·ha⁻¹ of water. Harvests of tubers were performed when technical maturity of the potato was reached. Vitamin C content measurements were performed according to the Tillmans's method. Genetic factor decided largely about the value of this trait. Higher content of vitamin C was found in medium late cultivar Fianna than in medium early Irga. The influence of weed control systems on the content of vitamin C was dependent on weather conditions during the years of research

Key words: potato, cultivars, weeding control methods, vitamin C

WSTĘP

Ziemniak przeznaczony na cele jadalne powinien odznaczać się wysokim plonem bulw, o jak najwyższych parametrach jakościowych. O jakości bulw decyduje ich skład chemiczny, który jest modyfikowany przez oddziaływanie genotypu, środowiska i agrotechniki na roślinę ziemniaka w czasie wegetacji. Czynniki te wpływają na metabolizm rośliny, powodując kształtowanie się składu chemicznego bulw (Gleń i in., 2005; Gugąła i in., 2007; Järvan i Edesi, 2009).

Ziemniak charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą. W opinii Leszczyńskiego (2012) bulwa ziemniaka konsumpcyjnego zawiera średnio 77% wody; ok. 16% skrobi; 0,5% cukrów, ok. 2% białka; ponad 1% składników mineralnych; 2,3% błonnika pokarmowego i ok. 0,1% lipidów, a także kwasy organiczne, polifenole i wiele witamin. Ważnym składnikiem bulw, z punktu widzenia żywieniowego, jest kwas askorbinowy, który wraz z kwasem dehydroaskorbinowym stanowi witaminę C (Rytel i Lisińska, 2007; Hasse, 2008; Love i Pavek, 2008; Lutaładio, 2009; Grudzińska, 2012). Jej ilość waha się w przedziale od 14 do 30 mg·100 g⁻¹ świeżej masy bulw i jest jedną z najważniejszych cech jakościowych, uwzględnianych w ocenie odmian jadalnych ziemniaka (Leszczyński, 2012). Jest ona najsilniej działającym przeciwutleniaczem rozpuszczalnym w wodzie, który pełni rolę ochronną, w stosunku do chorób nowotworowych i chorób układu krążenia (Naidu, 2003; Czerwiecki, 2006; Asensi-Fabado i Munné-Bosch, 2010). Szajdek i Borowska (2004) oraz Oguntiebeju (2008) podkreślają dużą rolę witaminy C w neutralizowaniu aktywności wolnych rodników, które w żywności powstają głównie podczas smażenia, wędzenia i przechowywania.

Zastosowanie herbicydów do pielęgnacji ziemniaka ogranicza wprawdzie szkodliwe działanie chwastów, ale może wpływać na zmiany w składzie chemicznym bulw, w tym witaminy C (Zarzecka i Gugąła, 2003; Zarzecka i in., 2007). Stąd też celem badań była ocena zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka uprawianego w warunkach stosowania zróżnicowanych metod pielęgnacji.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2007–2009, w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowym Instytucie Badawczym w Jadwisinie, na glebie płowej, o składzie granulometrycznym piaszczysto-gliniastym, kompleksu żytniego słabego, średnio zasobnej w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym, split-plot, w trzech powtórzeniach. W doświadczeniu badano dwa czynniki: czynnikiem I rzędu były odmiany ziemniaka: Irga i Fianna, czynnikiem II rzędu stanowiły sposoby pielęgnacji ziemniaka: 1) Obiekt kontrolny — bez odchwaszczania; 2) Ekstensywne zabiegi mechaniczne, (co 2 tygodnie) od posadzenia aż do zwarcia rzędów; 3) Sencor 70 WG — $1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ przed wschodami ziemniaka; 4) Sencor 70 WG — $1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Titus 25 WG — $40 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Trend 90 EC — 0,1% przed wschodami ziemniaka; 5) Sencor 70 WG — $0,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ po wschodach ziemniaka; 6) Sencor 70 WG — $0,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Titus 25 WG — $30 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Trend 90 EC — 0,1% po wschodach ziemniaka; 7) Sencor 70 WG — $0,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Fusilade Forte 150 EC — $2 \text{ dm} \cdot \text{ha}^{-1}$ po wschodach ziemniaka; 8) Sencor 70 WG — $0,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Apyros 75 WG $26,5 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ + Atpolan 80 SC — $1 \text{ dm} \cdot \text{ha}^{-1}$ po wschodach ziemniaka. Do opryskiwania roślin herbicydami zużywano $300 \text{ dm} \cdot \text{ha}^{-1}$ wody. Metrybuzynę stosowano w formie preparatu Sencor 70 WG, sulfosulfuron — w postaci preparatu Apyros 75 WG; rimsulfuron — w formie herbicydu Titus 25 WG; fluazyfop — w postaci preparatu Fusilade Forte 150 EC. Przedplonem ziemniaka była pszenica ozima, po zbiorze, której wysiewano międzyplon z gorczycy białej na przyoranie. Po zbiorze pszenicy stosowano nawożenie azotowe — $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, wykonywano podorywkę, a następnie siew gorczycy białej w ilości $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jesienią każdego roku, poprzedzającego sadzenie, stosowano nawożenie mineralne, fosforowo-potasowe w ilości $39,3 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz $116,2 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$, które przyorano orką przedzimową. Nawozy azotowe wysiewano wiosną, w ilości $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, mieszając je z glebą za pomocą agregatu uprawowego (kultywator + wał strunowy). Bulwy ziemniaka, w klasie C/A, sadzono ręcznie, w trzeciej dekadzie kwietnia, w rozstawie $75 \times 33 \text{ cm}$. Opryskiwanie herbicydami wykonano ręcznie przy użyciu opryskiwacza plecakowego. Ochronę ziemniaka przed chorobami i szkodnikami stosowano zgodnie z zaleceniami IOR. Do ochrony przed alternariozą i zarazą ziemniaka stosowano preparaty, takie jak: Tattoo C 750 SC w dawce $2,5 \text{ dm} \cdot \text{ha}^{-1}$, Altima 500 SC — $0,4 \text{ dm} \cdot \text{ha}^{-1}$, Pyton 60 WG — $1,25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, Ridomil Gold MZ 60 WG — $2,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W celu ograniczenia stonki ziemniaczanej stosowano insektycydy: Actara 25 WG w dawce $0,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, Proagro 100 SL — $0,25 \text{ dm} \cdot \text{ha}^{-1}$, Calypso 480 SC — $0,75 \text{ dm} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz Mospilan 20 SP w ilości $0,05 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Zbiór bulw przeprowadzano kopaczką elewatorową w trzeciej dekadzie września. Podczas zbioru z każdego poletka pobrano reprezentatywne próby bulw do analiz chemicznych. Oznaczenia witaminy C przeprowadzono metodą Tillmansa (Pijanowski i in., 1964) w Laboratorium Chemicznym IHAR — PIB w Jadwisinie.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej. Parametry funkcji określano metodą najmniejszych kwadratów, a weryfikację istotności testem t Studenta. Oceny istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonano za pomocą wielokrotnych

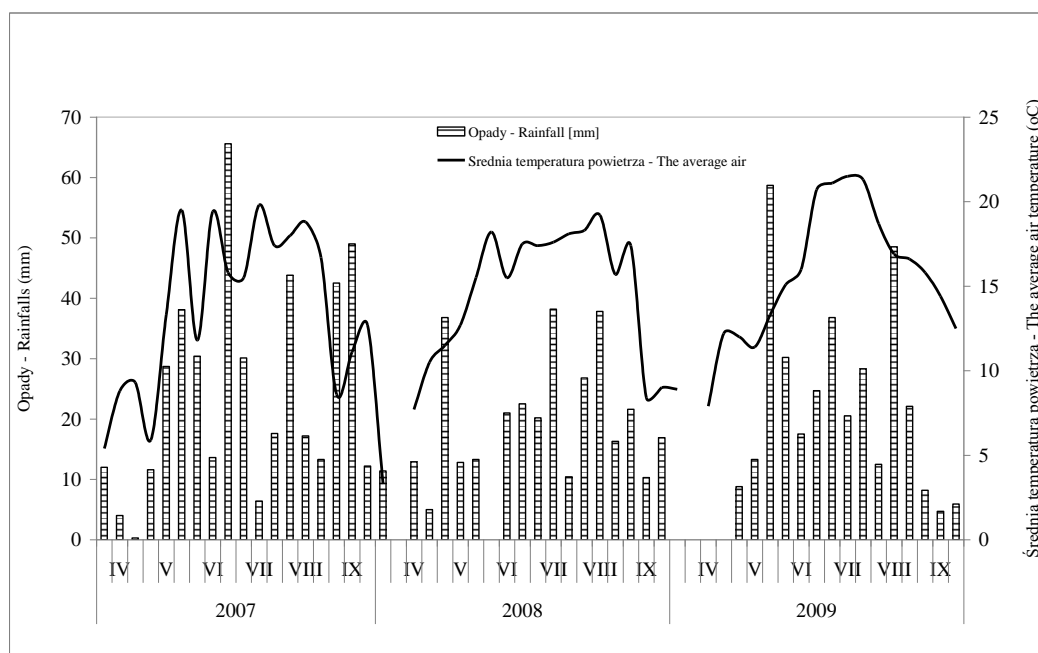
przedziałów Tukeya. Ponadto wyliczono współczynniki zmienności (Trętowski i Wójcik, 1991).

Do scharakteryzowania warunków termiczno-wilgotnościowych, w latach badań, wykorzystano dane Stacji Meteorologicznej usytuowanej na terenie Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowego Instytutu Badawczego w Jadwisinie. Na podstawie tych danych obliczono wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa, określanego wzorem Baca i in. (1998):

$$K = \frac{P \times 10}{\sum t}$$

gdzie: P — suma opadów miesięcznych, t — miesięczna suma temperatury powietrza.

Warunki okresu wegetacji, w latach 2007–2009, charakteryzowały się zróżnicowanymi temperaturami powietrza oraz zmienną ilością i nierównomiernym rozkładem opadów w poszczególnych miesiącach wegetacji (rys. 1, tab. 1). Rok 2007 można określić, jako wilgotny, o czym zadecydowały bardzo mokry czerwiec i wrzesień, rok 2008 — jako dość wilgotny, a 2009, jako rok o najbardziej korzystnych warunkach wilgotnościowych dla rozwoju ziemniaka, mimo, że kwiecień i wrzesień były skrajanie suche lub suche, to opady w tych miesiącach nie decydowały o plonie bulw (tab. 1).



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka wg stacji meteorologicznej IHAR — PIB w Jadwisinie (lata 2007–2009), na tle średnich wieloletnich

Fig. 1. Rainfalls and air temperature during the growing season of potato according to the weather station at IHAR — PIB in Jadwisin (2007–2009), against the multiannual averages

Tabela 1

Współczynniki hydrotermiczne Sielianinowa* wg stacji meteorologicznej w Jadwisinie
Hydrothermal coefficients of Sielianinov according to the meteorological station in Jadwisin

Miesiąc Month	Lata Years			Średnia Mean
	2007	2008	2009	
Kwiecień	0,69	1,36	0,0	0,68
Maj	1,93	1,64	2,12	1,90
Czerwiec	2,32	0,84	1,38	1,51
Lipiec	0,99	1,22	1,28	1,16
Sierpień	1,34	1,48	1,54	1,45
Wrzesień	3,20	1,40	0,44	1,68
Średnia — Mean	1,75	1,32	1,13	1,40

*Współczynnik Sielianinowa o wartości K w przedziale 0,0–0,5 oznacza suszę, od 0,6 do 1,0 — posuchę, a wartość powyżej 1,0 charakteryzuje warunki wilgotne

* Sielianinov's coefficient with a K value in the range of 0.0–0.5 means drought, from 0.6–1.0 — moderate drought, and a value above 1.0 means wet conditions

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka kształtowała się od 10,1 do 18,2 mg·100 g⁻¹ świeżej masy. Czynniki genetyczne decydowały istotnie o zawartości witaminy C w bulwach badanych odmian ziemniaka. Większą zawartością tego składnika odznaczała się średnio późna odmiana Fianna a istotnie mniejszą — średnio wczesna Irga (tab. 2). Podobne wyniki uzyskała Sawicka (1991) badając zróżnicowanie 34 odmian ziemniaka pod względem zawartości witaminy C, gdzie wartość ta wahała się od 10,05 do 18,42 mg·100 g⁻¹. Grudzińska i Zgórska (2011) wykazały, że minimalna zawartość witaminy C w bulwach po zbiorze wynosi 14 mg·100 g⁻¹, natomiast maksymalna 24 mg·100 g⁻¹. Podobne wyniki otrzymali Hamouz i in. (2009), porównując 9 odmian ziemniaka podali, iż zawartość kwasu askorbinowego w bulwach ziemniaka, w warunkach Republiki Czeskiej, waha się w granicach 14–24 mg·100 g⁻¹ świeżej ich masy. Dużo większe różnice w zawartości witaminy C między odmianami, stwierdzili Burgos i in. (2009) — od 6,5 do 36,9 mg·100 g⁻¹ oraz Nortdbotten i in. (2000) — od 14 do 46 mg·100 g⁻¹ świeżej masy bulw. Sawicka i in. (2014) dowiedli, iż w kształtowaniu się zawartości witaminy C przeważa udział zmienności genotypowej (55,5%). W przeprowadzonych badaniach udział tej zmienności stanowił 44%, natomiast dominującym źródłem zmienności okazały się czynniki środowiska. Stanowią one, bowiem zespół czynników, które przybierają różne wartości i wywierają wpływ na skład chemiczny bulw. Do warunków środowiska zalicza się: temperaturę otoczenia, odczyn podłoża, wilgotność powietrza i gleby, siłę wiatru, promieniowanie słoneczne, zasolenie gleby lub wody (Bac i in., 1998; Sawicka i in., 2015). Współczynnik zmienności stężenia witaminy C w bulwach, w przeprowadzonych badaniach, był stabilny i kształtował się w granicach od 6,7 do 16,2%, przy czym odmiana Irga charakteryzowała się większą stabilnością tej cechy niż odmiana Fianna (tab. 2).

W przeprowadzonych badaniach sposoby pielęgnacji plantacji nie wpłynęły istotnie na zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka. Zaobserwowano jednak tendencję

do większej akumulacji tego składnika przy aplikacji mieszaniny herbicydów Sencor 70 WG i Titus 25 WG, stosowanych po wschodach ziemniaka (tab. 2). Podobne zależności obserwowali Zarzecka i in. (2007) w obiektach odchwaszczanych herbicydami, w porównaniu z kombinacją kontrolną, pielęgnowaną wyłącznie mechanicznie. W doświadczeniach Kraski (2002) intensyfikacja ochrony roślin przed chwastami zwiększyła zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka o 5,6%, co wynikało z wydłużenia okresu wegetacji.

Tabela 2

Zawartość witaminy C w zależności od sposobów pielęgnowania, odmian i lat w świeżej masie bulw (mg·100 g⁻¹)
Vitamin C content in the fresh tuber mass depending on cultivation method, cultivars and years (mg·100 g⁻¹)

Odmiany Cultivars	Lata Years	Sposoby pielęgnacji Weed control systems								Średnia Mean	Współczyn- niki zmienności Coefficient variability
		1*	2	3	4	5	6	7	8		
Irga	2007	10,2	10,2	10,7	11,2	11,3	10,2	10,8	10,1	10,5	6,7
	2008	16,6	17,7	15,9	16,4	16,4	17,7	17,1	18,3	17,0	8,1
	2009	12,6	12,9	11,5	13,3	12,9	15,3	12,4	11,5	12,8	7,4
	średnia — mean	13,1	13,6	12,7	13,6	13,5	14,4	13,4	13,3	13,4	7,4
Fianna	2007	14,1	12,2	13,4	12,1	12,5	12,6	13,5	13,1	12,9	10,9
	2008	17,8	18,2	16,7	17,0	17,5	17,7	17,0	17,4	17,4	15,4
	2009	12,5	11,5	11,4	11,5	11,5	13,0	14,2	14,8	12,5	16,2
	średnia — mean	14,8	13,9	13,8	13,5	13,8	14,4	14,9	15,1	14,2	14,1
Średnia — Mean		13,9	13,7	13,2	13,5	13,6	14,4	14,1	14,1	13,8	10,8
NIR p _{0,05} — LSD p _{0,05}											
Odmiany — Cultivars										0,1	
Pielęgnacja — Weeding										n**	
Lata — Years										0,2	

1*) Obiekt kontrolny — bez odchwaszczania chemicznej ochrony; control without weeding

2) Ekstensywne zabiegi mechaniczne, (co 2 tygodnie) od posadzenia aż do zwarcia rzędów; Extensive mechanical treatment, (every 2 weeks) after planting until the row closure

3) Sencor 70 WG — 1 kg·ha⁻¹ przed wschodami ziemniaka; Sencor 70 WG — 1 kg·ha⁻¹ pre-emergence of the potatoes

4) Sencor 70 WG — 1 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG — 40 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC — 0,1% przed wschodami ziemniaka; pre-emergence of the potatoes

Sencor 70 WG — 1 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG — 40 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC — 0,1% przed wschodami ziemniaka; Sencor 70 WG — 1 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG — 40 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC — 0,1% prior-emergence of the potatoes

5) Sencor 70 WG — 0,5 kg·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka; Sencor 70 WG — 0,5 kg·ha⁻¹ after emergence of the potatoes

6) Sencor 70 WG — 0,3 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG — 30 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC — 0,1% po wschodach ziemniaka; Sencor 70 WG — 0,3 kg·ha⁻¹ + Titus 25 WG — 30 g·ha⁻¹ + Trend 90 EC — 0,1% after emergence of the potatoes

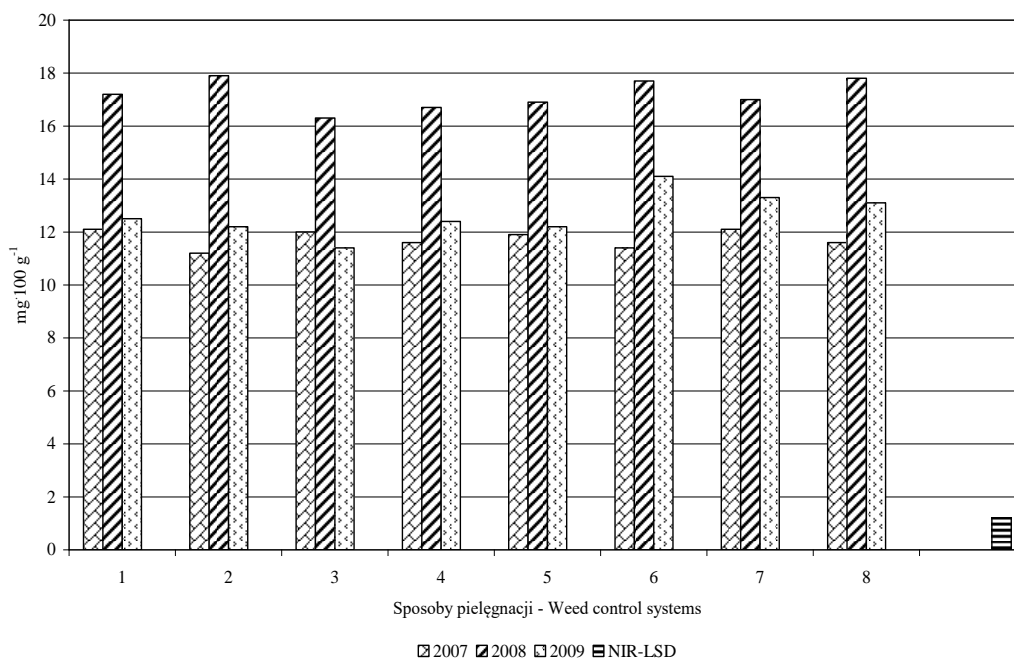
7) Sencor 70 WG — 0,3 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC — 2 dm·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka; Sencor 70 WG — 0,3 kg·ha⁻¹ + Fusilade Forte 150 EC — 2 dm·ha⁻¹ after emergence of the potatoes

8) Sencor 70 WG — 0,3 kg·ha⁻¹ + Apyros 75 WG 26,5 g·ha⁻¹ + Atpolan 80 SC — 1 dm·ha⁻¹ po wschodach ziemniaka; Sencor 70 WG — 0,3 kg·ha⁻¹ + Apyros 75 WG 26,5 g·ha⁻¹ + Atpolan 80 SC — 1 dm·ha⁻¹ after emergence of the potatoes

Istotny wpływ na zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka jadalnego wywarły warunki atmosferyczne w latach badań (tab. 2). Największą koncentrację tego składnika zanotowano w 2008 roku charakteryzującym się równomiernie rozłożonymi opadami i temperaturą powietrza wyższą od średniej wieloletniej, w porównaniu z latami 2007 i 2009. Podobne wyniki uzyskali Zarzecka i in. (2007) oraz Mazurczyk i Lis (2001).

Najmniejszą ilość kwasu askorbinowego w bulwach oznaczono w 2009 roku, który był najkorzystniejszy dla plonu ziemniaka. Zależność witaminy C od warunków atmosferycznych w okresie wegetacji potwierdzają wyniki badań innych autorów (Zarzecka i Gugała, 2003; Richardson i in., 2004; Zarzecka i in., 2007; Love i Pavek, 2008; Gugała i in., 2012; Ezekiel i in., 2013).

Wpływ sposobów pielęgnacji na zawartość witaminy C był uzależniony od warunków atmosferycznych w latach badań. W 2007 roku stosowanie różnych sposobów pielęgnacji nie modyfikowało istotnie ilości tego składnika w bulwach. W 2008 roku istotnie wyższą ilość witaminy C przy aplikacji preparatów Sencor 70 WG + Titus 25 WG a także Sencor 70 WG + Apyros 75 WG 26,5, stosowanych po wschodach ziemniaka oraz w obiekcie z ekstensywnymi zabiegami mechanicznymi, w porównaniu z preparatem Sencor 70 WG wniesionym przed wschodami ziemniaka. Podobnie w 2009 roku istotnie najwyższy efekt uzyskano w obiekcie chronionym przed chwastami mieszaniną preparatów Sencor 70 WG + Titus 25 WG, po wschodach ziemniaka, w stosunku do kombinacji z preparatem Sencor 70 WG, wniesionym przed wschodami (rys. 2).



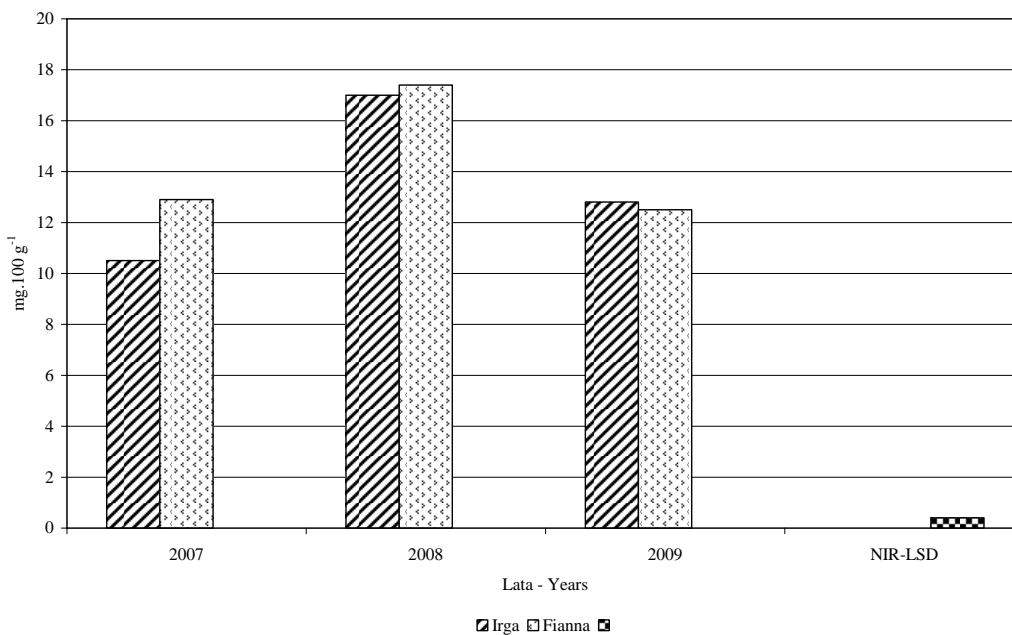
*Objaśnienia jak w tabeli 1 — Explanations as in Table 1

Rys. 2. Wpływ sposobów pielęgnacji i lat badań na zawartość witaminy C w bulwach
Fig. 2. Effect of weed control systems and years of research on the vitamin C content in tubers

Warunki gromadzenia witaminy C w wilgotnym, 2007 roku, dla obiektu z herbicydem Sencor w połączeniu z innymi preparatami, aplikowanymi przed- lub powschodowo

okazały się najmniej korzystne, a zarazem homologiczne, pod względem wartości tej cechy. Wysoka zależność zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka od warunków pogodowych, w aspekcie stosowania różnych sposobów pielęgnacji, może wiązać się z nadmiernym uwilgotnieniem lub suszą w glebie w okresie wegetacji. Love i Pavek (2008) twierdzą, że nadmiar wody w okresie wegetacji wywołuje nieodwracalne zmiany w składzie lipidów membran komórkowych, podobne do tych, jakie są w bulwach "fizjologicznie starych". Zwiększa się wówczas akumulacja cukrów i przepuszczalność komórek, a elektrolity i zawarte w nich substancje pokarmowe wyciekają do otoczenia bulwy, ułatwiając wnikanie bakterii. Sawicka i in. (2014) dowiedli, iż o zawartości witaminy C decyduje zawartość chlorofilu a w liściach. Paul i Foyer (2001) podają, że w warunkach zaburzeń w bilansie między donorami i akceptorami fotoasymilatów dochodzi do zwiększonej akumulacji węglowodanów i witaminy C oraz obniżonej ekspresji genów fotosyntezy.

Badane odmiany ziemniaka wykazywały odmienną reakcję na warunki pogodowe w latach badań. Średnio późna odmiana Fianna zgromadziła w bulwach więcej witaminy C niż średnio wczesna Fianna tylko w latach wilgotnych (2007 i 2008). W warunkach pogodowych w 2009 r. odmiany nie różniły się między sobą pod względem zawartości witaminy C (rys. 3).



Rys. 3. Wpływ odmian i lat na zawartość witaminy C w bulwach
Fig. 3. Effect of cultivars and years on the vitamin C content in tubers

Istniejące różnice w zawartości witaminy C, w bulwach ziemniaka, zdaniem Sawickiej i in. (2014) są uwarunkowane zmiennością fenotypową odmian, która jest łącznym efektem zmienności genetycznej i środowiskowej.

WNIOSKI

1. Zmienność środowiskowa, w przypadku zawartości witaminy C, przeważała nad zmiennością genotypową. Cechy genetyczne badanych odmian decydowały w 44% o kształtowaniu witaminy C w bulwach ziemniaka. Średnio późna odmiana Fianna gromadziła w bulwach więcej tego składnika niż średnio wczesna Irga.
2. Wpływ sposobów pielęgnacji na zawartość witaminy C był uzależniony od warunków meteorologicznych w latach badań. Wyższą jej zawartość uzyskano w pielęgnacji z użyciem herbicydów Sencor 70 WG i Titus 25 WG, w połączeniu z adjuwantem Trend, stosowanych po wschodach, w latach o korzystnych warunkach termiczno-wilgotnościowych dla rozwoju ziemniaka.
3. Badane odmiany wykazały odmienną reakcję na warunki atmosferyczne w latach badań. Średnio późna odmiana Fianna gromadziła w bulwach więcej witaminy C niż średnio wczesna Irga, w latach, o wilgotnym lub dość wilgotnym okresie wegetacji.

LITERATURA

- Asensi-Fabado M.A., Munné-Bosch S. 2010. Vitamins in plants: occurrence, biosynthesis and antioxidant function. *Trends in Plant Science* 15 (10): 582 — 592.
- Bac S., Koźmiński Cz., Rojek M. 1998. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa, 167 ss.
- Burgos G., Auqui S., Amoros W. E., Salas M., Bonierbale M. 2009. Ascorbic acid concentration of native Andean potato cultivars as affected by environment, cooking and storage. *J. Food Composit. Anal.* 22: 533 — 538.
- Czerwiecki L. 2009. Współczesne poglądy na rolę przeciwutleniaczy roślinnych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Rocz. PZH*, 60 (3): 201 — 206.
- Ezekiel R., Singh N., Sharma S., Kaur A. 2013. Beneficial phytochemicals in potato — a review. *Food Research International*, 50: 487 — 496.
- Grudzińska M. 2012. Jak poprawnie przygotować i gotować ziemniaki. *Ziemniak Polski* 22 (2): 40 — 43.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2011. Zmiany zawartości witaminy C i związków fenolowych w czasie przechowywania bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 566: 61 — 68.
- Gugała M., Zarzecka K., Dołęga H., Baranowska A. 2012. Skuteczność działania herbicydów w uprawie ziemniaka. *Annales UMCS*, 67 (4): 45 — 51.
- Hamouz K., Lachman L., Dvorak P., Orsak M., Hejtmankova K., Cizek M. 2009. Effect of selected factors on the content of ascorbic acid in potatoes with different tuber flesh colour. *Plant Soil Environ.* 55: 281 — 287.
- Hasse N.U. 2008. Healthy aspects of potatoes as part of the human diet. *Potato Research* 51: 239 — 258.
- Järvan M., Edesi L. 2009. The effect of cultivation methods on the yield and biological quality of potato. *Agronomy Research*, 7 (Special issue I): 289 — 299.
- Kraska P. 2002. Wpływ sposobów uprawy, poziomów nawożenia i ochrony na wybrane cechy jakości ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 229 — 237.
- Leszczyński W. 2012. Żywieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych. *Przegląd literatury. Biul. IHAR* 266: 5 — 20.
- Love S., Pavek J. 2008. Positioning the Potato as a Primary Food Source of Vitamin C. *Am. J. Potato Res.* 85 (4): 277 — 285.

- Lutaladio N., Castaldi L. 2009. Potato: The hidden treasure. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 491 — 493.
- Mazurczyk W., Lis B. 2001. Variation of chemical composition of tubers of potato table cultivars grown under deficit and excess of water. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 10/51, 2: 27 — 30.
- Naidu A. K. 2003. Vitamin C in human health and disease is still a mystery ? An overview. *Journal List Nutr. Jv.2*; 2003 PMC201008; DOI: 10.1186/1475-2891-2-7.
- Nordbotten A., Loken B., Rimestad H. 2000. Sampling of potatoes to determine representative values for nutrient content in a national food composition table. *J. Food Comp. Anal.* 13: 369 — 377.
- Oguntiebeju O. O., Esterhuyse A. J., Truter E. J. 2009. Red Palm oil: nutritional, physiological and therapeutic roles in improving human wellbeing and quality of life. *British J. Biomedical Science* 66 (4): 216 — 222.
- Pawlonka Z. 2009. Wpływ herbicydów na skład chemiczny jęczmienia jarego i ziemniaka. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49 (3): 1371 — 1374.
- Paul M. J., Foyer C. H. 2001. Sink regulation of photosynthesis. *J. Exp. Bot.* 52: 1383 — 1400.
- Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A. 1964. *Technologia produktów owocowych i warzywnych*. PWRiL, Warszawa, 634 ss.
- Richardson R. J., Whaley C. M., Wilson H. P., Hines T. E. 2004. Weed control and potato (*Solanum tuberosum*) tolerance with dimethen amid isomers and other herbicides. *Am. J. Potato Res.* 81 (5): 299 — 304.
- Rytel E., Lisińska G. 2007. Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka podczas gotowania i przetwarzania na produkty smażone i suszone. *Żywność. Nauka. Technologia Jakość* 6 (55): 186 — 197.
- Sawicka B. 1991. *Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie bialsko-podlaskim. Rozprawa Habil.*, 141, Wyd. AR — Lublin: 76 ss.
- Sawicka B., Michałek W., Pszczółkowski P. 2014. The relationship of potato tubers chemical composition with selected physiological indicators. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102 (1): 41–50. ISSN 1392-3196 / e-ISSN 2335-8947, DOI 10.13080/z-a.2015.102.005.
- Szajdek A., Borowska J. 2004. Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (41): 5 — 28.
- Tan S., Evans R., Singh B. 2006. Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. *Amino Acids* 30: 195 — 204.
- Trętowski J., Wójcik A. R. 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Wyd. WSRP — Siedlce: 500 ss.
- Zarzecka K., Gugala M. 2003. The effect of herbicide applications on the content of ascorbic acid and glycoalkaloids in potato tubers. *Plant Soil Environ.* 49 (5): 237 — 240.
- Zarzecka K., Gugala M., Mystkowska I. 2007. Zawartość kwasu askorbinowego w bulwach ziemniaka odmiany jadalnej Wiking w zależności od sposobów uprawy roli i herbicydów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2 (51): 112 — 119.