

Krystyna Zarzecka<sup>1</sup>, Iwona Mystkowska<sup>1</sup>, Marek Gugala<sup>1</sup>,  
Alicja Baranowska<sup>1</sup>, Magdalena Zarzecka<sup>2</sup>, Katarzyna Falkowska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

<sup>2</sup>Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

## KSZTAŁTOWANIE ZAWARTOŚCI WITAMINY C W BULWACH ZIEMNIAKA JADALNEGO W WARUNKACH OCHRONY PRZED AGROFAGAMI

### Streszczenie

W doświadczeniach przeprowadzonych w trzech dwuletnich seriach (2003-2004, 2005-2006 i 2006-2007) badano wpływ chemicznych środków ochrony roślin (ś.o.r.) – herbicydów i insektycydów oraz sposobów uprawy roli na zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka jadalnego. Przedstawiono wyniki nad wpływem różnych sposobów odchwaszczania z udziałem herbicydów i ich mieszanin i sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej z zastosowaniem insektycydów oraz zróżnicowanej uprawy roli na koncentrację witaminy C w bulwach pięciu odmian ziemniaka jadalnego (Balbina, Irga, Wiking, Mors, Żagiel). Herbicydy i ich mieszaniny oraz insektycydy aplikowane do zwalczania stonki ziemniaczanej zwiększały zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka jadalnego w porównaniu do ziemniaków zebranych z obiektu kontrolnego bez ochrony chemicznej. Uprawiane w doświadczeniach odmiany ziemniaka zawierały od 192,0 do 227,6 mg·kg<sup>-1</sup> w świeżej masie bulw witaminy C.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, witamina C, herbicydy, insektycydy, odmiany

### Wstęp

Ziemniak *Solanum tuberosum* L. należy do rodziny psiankowatych (*Solanaceae*). Obok pszenicy, ryżu i kukurydzy jest jednym z czterech najważniejszych gatunków roślin uprawnych decydujących o wyżywieniu ludności świata. Jest uprawiany na wszystkich kontynentach i prawie we wszystkich krajach [Ceglarek i Zarzecka 2003, Nowacki 2009, Leszczyński 2012, Zgórska 2013]. W ostatnich latach zmniejsza się powierzchnia uprawy w krajach rozwiniętych, a zwiększa w Azji i Afryce. Największymi producentami ziemniaka są Chiny i Indie. Polska jest nadal znaczącym producentem tej rośliny w Europie. W Unii Europejskiej, pod względem produkcji wyprzedzają nas jedynie Niemcy, a spośród pozostałych krajów europejskich jeszcze Rosja i Ukraina, zatem w Europie kraj nasz znajduje się na czwartym miejscu [Zgórska 2013].

Ziemniak jest wszechstronnie wykorzystywany, a jego zbiory przeznacza się na: cele jadalne do bezpośredniej konsumpcji, przetwórstwo spożywcze, przetwórstwo przemysłowe, paszę i sadzeniaki. Ponadto odgrywa bardzo ważną rolę w kreowaniu zrównoważonych systemów produkcji w rolnictwie, gdyż jest cennym przedplonem dla innych roślin. Zwiększa produktywność płodozmianów oraz pozostawia glebę w dobrej kulturze rolnej przy zachowaniu starannych zabiegów agrotechnicznych [Gruczek 2004, Zarzecka 2006, Zarzecka i Wyszyński 2006, Leszczyński 2012].

W skali światowej na cele spożywcze zużywa się około 70% zbiorów ziemniaka, a w Polsce w sezonie 2012/2013 stanowiło to 44,1%. Należy jednocześnie podkreślić, że bulwy ziemniaka stanowią podstawowy składnik niemal codziennej diety Polaka, gdyż jest on spożywany w znacznych ilościach – 112 kg/ osobę rocznie [Dzwonkowski i in. 2011, Nowacki 2009]. W odmianach wpisanych do Krajowego Rejestru znajduje się od 115 do 278 mg/kg witaminy C, a dzienne spożycie 200 g pokrywa zapotrzebowanie na tę witaminę w około 50% [Leszczyński 2000, 2012, Nowacki 2011].

Bulwy ziemniaka są uniwersalne, gdyż dostarczają dużo energii i cennego białka. Zawierają one około 17% węglowodanów (skrobi), 2% białka o wysokiej wartości biologicznej, bogatego w aminokwasy egzogenne. Ponadto są źródłem witaminy C, witamin z grupy B i kwasu foliowego oraz składników mineralnych, głównie potasu, wapnia i magnezu [Zgórska 2013, Camire i in. 2009].

Witaminy, w tym witamina C, nie stanowią źródła energii, nie są też składnikiem budulcowym, ale są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu dzięki uczestnictwu w różnych reakcjach biochemicznych. Człowiek nie posiada zdolności syntezy witaminy C, stąd musi być ona dostarczana w diecie. Ziemniak stanowi znaczny udział w spożyciu, jest niedrogi i łatwo dostępny, a więc jest dobrym źródłem witaminy C [Rytel i Lisińska 2007, Stypa i Zgórska 2010, Zarzecka i in. 2013, Zgórska 2013].

Witamina C ma ogromne znaczenie dla organizmu. Jest m.in. aktywatorem wielu enzymów, wpływa na wytwarzanie kolagenu, aktywizuje system immunologiczny, zapewnia sprawne funkcjonowanie układu krwionośnego, obniża zawartość cholesterolu całkowitego i „złego” cholesterolu LDL oraz ciśnienie krwi, zapobiega miażdżycy i chorobie wieńcowej. Jest najsilniej działającym przeciwutleniaczem rozpuszczalnym w wodzie i działa ochronnie w stosunku do chorób nowotworowych i chorób układu krążenia [Grajek 2004, Ziemiański i Wartanowicz 1999]. Szajdek i Borowska [2004] oraz Kris-Etherton i in. [2002] podkreślają dużą rolę w neutralizowaniu aktywności wolnych rodników. W żywności wolne rodniki powstają głównie podczas takich procesów jak smażenie, wędzenie i przechowywanie, ale mogą też tworzyć się w organizmie człowieka, np. pod wpływem promieni ultrafioletowych, ultradźwięków. Wolne rodniki są początkiem rozwoju wielu chorób cywilizacyjnych, jak: cukrzyca, miażdżycy, zaćma, nowotwory, choroba Parkinsona, choroba Alzheimera [Szajdek i Borowska 2004].

Żywność pochodzenia roślinnego, w tym ziemniak często obecny w naszym jadłospisie, stanowi dla człowieka bogate źródło związków o właściwościach przeciwutleniających. Należy mieć na uwadze, że podczas przygotowania bulw występują straty witaminy C, ale są one najmniejsze przy tradycyjnym gotowaniu (46%) [Rytel i Lisińska 2007, Zgórska 2013]. Zatem racjonalna dieta, w której występuje ziemniak, jest naturalnym, tanim, zdrowym, smacznym i przyjemnym sposobem uzupełniania niedoboru witaminy C w organizmie [Krzaczek 2004]. Trzeba pamiętać, że jej ilość w bulwach ziemniaka zależy od wielu czynników, m.in. od: odmiany, pory roku, przechowywania, warunków środowiskowych podczas wegetacji, zabiegów agrotechnicznych. W dobie chemizacji rolnictwa oraz ze względu na rodzące się wątpliwości, że środki ochrony roślin (ś.o.r.) mogą powodować zmiany w składzie chemicznym bulw, podejmowane są badania nad wpływem pesty-

cydów na wartość odżywczą surowców roślinnych. Łozowicka i Konecki [2011] w latach 2008-2010 przebadali, pod względem poprawności aplikacji środków ochrony roślin i bezpieczeństwa żywności, 64 próbki materiału roślinnego, w tym ziemniaka, pochodzącego z gospodarstw rolnych północno-wschodniej Polski. Stwierdzili, że 28% chemicznych zabiegów ochronnych wykonano niezgodnie z zaleceniami producentów ś.o.r. Średnie zużycie preparatów w badanych gospodarstwach, liczone w kg substancji aktywnej na 1 ha wahało się w granicach od 0,12 do 2,57. Autorzy ci stwierdzili, że w przebadanych próbach nie odnotowano zagrożenia pozostałościami ś.o.r. dla zdrowia ludzi i zwierząt. Golinowska [2009] podkreśla, że ważne są także nakłady ponoszone na zabiegi ochrony roślin. W systemie rolnictwa zrównoważonego aplikacja ś.o.r. powinna być ograniczona, a preparaty chemiczne winny być stosowane po przekroczeniu progów szkodliwości. Wieloaspektowość zagadnień dotyczących surowców roślinnych i żywności kreuje drogę do badań i wskazuje konieczność analiz chemicznych, organoleptycznych i innych obejmujących wpływ ś.o.r. na surowce i produkty żywnościowe.

Celem badań było określenie zawartości witaminy C w bulwach pięciu odmian ziemniaka jadalnego uprawianego w warunkach stosowania herbicydów i insektycydów.

### **Materiał i metodyka badań**

Materiał do badań stanowiły bulwy ziemniaka pochodzące z trzech serii doświadczeń polowych prowadzonych w latach 2003-2004 i 2006-2007 z zastosowaniem herbicydów i mieszanin herbicydowych, w latach 2005-2006 z użyciem insektycydów zwalczających stonkę ziemniaczaną (tab. 1, 2, 3). Doświadczenia założono metodą losowanych podbloków w trzech powtórzeniach, na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, o pH lekko kwaśnym i kwaśnym. W każdej serii badań przedplonem były zboża ozime. We wszystkich eksperymentach polowych uwzględniono dwa czynniki. W pierwszej serii badań czynnikami były: dwa sposoby uprawy roli - tradycyjna i uproszczona oraz cztery sposoby odchwaszczania - 1. obiekt kontrolny pielęgnowany do wschodów i po wschodach roślin ziemniaka wyłącznie mechanicznie, 2. herbicyd Barox 460 SL w dawce  $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , 3. mieszanina herbicydów Barox 460 SL  $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  + Fusilade Forte 150 EC  $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , 4. mieszanina herbicydów Barox 460 SL  $2,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  + Fusilade Forte 150 EC  $2,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  + adiuwant Alpolan 80 EC  $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (dawki herbicydów mniejsze o 20%). W drugim doświadczeniu badano dwie odmiany ziemniaka Balbina i Irga oraz stosowano cztery sposoby odchwaszczania: 1. obiekt kontrolny, na którym wykonywano tylko zabiegi mechaniczne, następnie z zastosowaniem herbicydów, tj. 2. Plateen 41,5 WG w dawce  $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , 3. Racer 250 EC  $2,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  i 4. Sencor 70 WG  $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W trzeciej serii badań czynnikami badawczymi były: trzy odmiany ziemniaka - Mors, Wiking, Żagiel oraz cztery sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej - 1. obiekt kontrolny bez stosowania insektycydów, 2. insektycyd Actara 80 WG  $0,08 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , 3. Regent 200 SC  $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , 4. Calypso 480 SC  $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Bulwy ziemniaka sadzono ręcznie w drugiej i trzeciej dekadzie kwietnia, a zbiór przeprowadzano kopaczką elewatorową w dojrzałości technologicznej ziemniaka w pierwszej i drugiej dekadzie września. Jesienią stosowano nawożenie naturalne obornikiem i mineralne - fosforowe (superfosfat

potrójny) i potasowe (sól potasowa), natomiast wiosną, przed sadzeniem bulw nawożenie azotowe (saletra amonowa). Zabiegi agrotechniczne wykonywano zgodnie z zaleceniami i założeniami metodycznymi badań. Zabiegi ochrony roślin stosowano zgodnie z metodyką badań oraz w miarę potrzeby przy pojawach szkodników i chorób. Podczas zbioru pobierano losowo próby bulw z 10 roślin ziemniaka z każdego poletka, w których oznaczono strukturę plonu, wydajność jednostkową rośliny, a następnie do badan analitycznych pobrano próby 50 bulw jadalnych ziemniaka, o średnicy powyżej 40 mm. Analizy chemiczne wykonano w świeżym materiale, w trzech powtórzeniach, 7-8 dni po zbiorze bulw ziemniaka.

Zawartość witaminy C oznaczono metodą Tilmansa w modyfikacji Pijanowskiego, a jej ilość podano w mg na 1 kg świeżej masy bulw [Rutkowska 1981].

## Wyniki badań i dyskusja

Ważnym wyznacznikiem jakości bulw ziemniaka jest wysoka wartość żywieniowa, w tym również zawartość witaminy C. Może się ona kształtować na różnym poziomie w zależności od wielu czynników, między innymi: odmiany, lat badań [Wierzbicka 2011, Zarzecka i in. 2007], nawożenia i ochrony [Kraska 2002, Rogozińska i in. 2005], sposobu obróbki kulinarnej [Rytel i Lisińska 2007, Zgórska 2013].

W przeprowadzonym doświadczeniu z zastosowaniem herbicydów i ich mieszanin (Barox 460 SL, Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC, Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + Atpolan 80 EC) wykazano, że zawartość witaminy C wahała się w granicach od 219,8 do 221,7 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy ziemniaka (tab. 1). W bulwach zebranych z obiektów chronionych chemicznie (herbicydami i ich mieszaninami) zawartość witaminy C była większa niż w ziemniakach pochodzących z obiektu kontrolnego pielęgnowanego wyłącznie mechanicznie od 0,4 do 1,9 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy ziemniaka. Największy wzrost tej witaminy odnotowano po zastosowaniu mieszaniny herbicydów Barox 460 SL i Fusilade Forte 150 EC (bez adiuwanta) i wynosił on 1,9 mg·kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka odmiany Wiking w zależności od sposobów odchwaszczania (średnie z lat 2003-2004 i dwóch sposobów uprawy)

Sposoby odchwaszczania ziemniaka	Zawartość witaminy C w mg·kg <sup>-1</sup>	Wzrost zawartości witaminy C w stosunku do obiektu kontrolnego w mg·kg <sup>-1</sup>
1. Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna	219,8	-
2. Barox 460 SL w dawce 3,0 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	220,5	0,7
3. Barox 460 SL 3,0 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Fusilade Forte 150 EC 2,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	221,7	1,9
4. Barox 460 SL 2,4 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Fusilade Forte 150 EC 2,0 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Atpolan 80 EC 1,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	220,2	0,4
Średnio	220,6	1,0

W drugiej serii badań przeciętna zawartość witaminy C wynosiła 204,6 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy bulw, ale wahała się ona w granicach od 202,3 do 206,1 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy ziemniaka (tab. 2). Także odnotowano zwiększenie zawartości witaminy C po zastosowaniu pielęgnacji chemicznej plantacji ziemniaka z użyciem herbicydów od 2,2 do 3,8 mg·kg<sup>-1</sup>. Również Rogozińska i in. [2005] oraz Zarzecka i in. [2007] stwierdzili, że opryskiwanie roślin herbicydami w okresie ich wegetacji wpłynęło korzystnie na zawartość witaminy C w badanych bulwach ziemniaka jadalnego.

**Tabela 2.** Zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka w zależności od zastosowanych herbicydów (średnie z lat 2006-2007 i dwóch odmian – Balbina, Irga)

Sposoby odchwaszczania ziemniaka	Zawartość witaminy C w mg·kg <sup>-1</sup>	Wzrost zawartości witaminy C w stosunku do obiektu kontrolnego w mg·kg <sup>-1</sup>
1. Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna	202,3	-
2. Plateen 41,5 WG w dawce 2,0 kg·ha <sup>-1</sup>	205,5	3,2
3. Racer 250 EC 2,0 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	204,5	2,2
4. Sencor 70 WG 1,0 kg·ha <sup>-1</sup>	206,1	3,8
Średnio	204,6	3,1

Badania przeprowadzone w latach 2005-2006 wykazały, że zawartość witaminy C kształtowała się w granicach od 221,8 do 224,1 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy (tab. 3). W bulwach pochodzących z obiektów objętych ochroną chemiczną przeciw stoncy ziemniaczanej w porównaniu do poletek bez ochrony (obiekt kontrolny) koncentracja oznaczanej witaminy była większa od 1,2 do 2,3 mg·kg<sup>-1</sup> w świeżej masie ziemniaka, co wskazuje, że środki ochrony roślin oddziałują korzystnie na jej zawartość. Także Kraska [2002] w swoich badaniach zaobserwował, że stosowanie zwiększonego nawożenia mineralnego oraz intensywnej ochrony przeciw chwastom (Afalon Dyspersyjny 450 SC + Dual 960 EC i Sencor 70 WP), stoncy ziemniaczanej (Decis 2,5 EC, Bancol 50 WP, Mospilan 20 SP) i zarazie ziemniaka (Ridomil MZ 72 WP, Bravo 500 SC) istotnie zwiększało zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka w stosunku do ilości tego składnika w bulwach zebranych z obiektu kontrolnego bez ochrony chemicznej. Dobrzański [2001] wykazał, że w wyniku poprawnego stosowania herbicydów nie odnotowano negatywnego oddziaływania środków ochrony roślin na wartość odżywczą warzyw, a czasami obserwowano wpływ pozytywny.

**Tabela 3.** Zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka w zależności od zastosowanych insektycydów (średnie z lat 2005-2006 i trzech odmian – Wiking, Mors, Żagiel)

Sposoby zwalczania stonki ziemniaczanej	Zawartość witaminy C w mg·kg <sup>-1</sup>	Wzrost zawartości witaminy C w stosunku do obiektu kontrolnego w mg·kg <sup>-1</sup>
1. Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna	221,8	-
2. Actara 80 WG w dawce 0,08 kg·ha <sup>-1</sup>	223,0	1,2
3. Regent 200 SC 0,1 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	223,4	1,6
4. Calypso 480 SC 0,1dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	224,1	2,3
Średnio	223,1	1,7

Średnia zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka jadalnego wynosiła od 199,0 do 223,7 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy, przy czym najmniejsza była w odmianie Irga, a największą jej koncentrację odnotowano w bulwach kreacji Mors. Zakres zawartości omawianej witaminy był zróżnicowany i wahał się w granicach 192,0-202,3 mg·kg<sup>-1</sup> w bulwach odmiany Irga (najmniejsza zawartość) i 216,5-227,6 mg·kg<sup>-1</sup> w bulwach odmiany Mors. Koncentracja witaminy C w badanych odmianach była zbliżona do zawartości podanych w Charakterystyce Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka [Nowacki 2011].

**Tabela 4.** Zawartość witaminy C w badanych odmianach ziemniaka w mg·kg<sup>-1</sup> (średnie z lat i sposobów stosowania środków ochrony roślin)

Odmiany ziemniaka	Średnia zawartość witaminy C	Zakres zawartości witaminy C od-do
Wiking	217,4	213,5- 223,9
Mors	223,7	216,5-227,6
Żagiel	220,7	216,3-227,4
Balbina	210,1	198,0-217,1
Irga	199,0	192,0-202,3

## Podsumowanie

Wzrost zapotrzebowania na ziemniak do konsumpcji i przetwórstwa, a zmniejszanie się zużycia bulw na paszę, wymusza zwracanie coraz większej uwagi na cechy jakościowe zbieranego plonu. Ziemniak stanowi ważną pozycję w diecie człowieka i jest znaczącym źródłem witaminy C. Stosowanie środków ochrony roślin przeciw agrofagom pojawiającym się w czasie wegetacji nie zmniejsza wartości odżywczej, a nawet korzystnie oddziałuje na zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka, przyczyniając się do jej zwiększenia.

## Piśmiennictwo

1. Camire M., Kabow S., Donnelly D.J., 2009: Potatoes and human health. *Critical Reviews. Food Science and Nutrition* 49: 823-840.
2. Ceglarek F., Zarzecka K., 2003: Ziemniak (W:). *Szczegółowa uprawa roślin. T.1. Praca zbiorowa pod red. Z. Jasińskiej i A. Koteckiego. Wyd. AWA Wrocław: 315-373.*
3. Dobrzański A., 2001: Wpływ metod ochrony przed chwastami na jakość i wartość odżywczą warzyw. *Biul. Nauk.* 12: 11-116.
4. Dzwonkowski W., Szczepaniak I., Zdziarska T., Mieczkowski M., 2011: Popyt na ziemniaki (W:). *Rynek ziemniaka. Stan i Perspektywy. Analizy rynkowe. Wyd. IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, Warszawa 38: 12-19.*
5. Golinowska M., 2009: Nakłady na chemiczną ochronę roślin w gospodarstwach wieloobszarowych na początku XXI wieku. *J. of Agribusiness and Rural Development* 2(12): 53-60.
6. Grajek W., 2004: Rola przeciwutleniaczy w zmniejszaniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 1(38): 3-11.
7. Gruczek T., 2004: Przyrodnicze i agrotechniczne aspekty uprawy ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 500: 31-44.

8. Kraska P., 2002: Wpływ sposobów uprawy, poziomów nawożenia i ochrony na wybrane cechy jakości ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 229-237.
9. Kris-Etherton P.M., Hecker K.D., Bonanome A., Coral S.M., Binkowski A.E., Hilpert K.F., Griel A.E., 2002: Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. Am. J. Med. 113: 71-88.
10. Krzaczek R., 2006: Natura - niedoceniane źródło kwasu askorbinowego. Postępy Fitoterapii 1: 14-18.
11. Leszczyński W., 2000: Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. Żywność Nauka Technologia Jakość 4(25) supl.: 5-27.
12. Leszczyński W., 2012: Żywieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przegląd literatury). Biul. IHAR 266: 5-20.
13. Łozowicka B., Konecki R., 2011: Selected aspects of chemical protection of agricultural crops in north-eastern Poland. Acta Sci. Pol. Agricultura 10(4): 107-119.
14. Nowacki W., 2009: Stan aktualny i perspektywy produkcji ziemniaka w Polsce do roku 2020. Studia i Raporty IUNG-PIB, 14: 71-94.
15. Nowacki W., (red.) 2011: Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka. Wyd. XIV IHAR-PIB, Oddział w Jadwisinie: 1-40.
16. Rogozińska I., Wszelaczyńska E., Wichrowska D., 2005: Wpływ biopierwiastków (Mg, N, K) i herbicydów na zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka. Cz. I. Zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka bezpośrednio po zbiorach. J. Elementol. 10(4): 999-1008.
17. 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.
18. Rutkowska U., 1981: Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. Wyd. PZWL, Warszawa: 294-295.
19. Stypa I., Zgórska K., 2010: Ziemniak nasz powszedni. Wyd. IHAR-PIB, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie: 1-24.
20. Szajdek A., Borowska J., 2004: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. Żywność Nauka Technologia Jakość 4(41): 5-28.
21. Wierzbicka A., 2011: Wybrane cechy jakości bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od nawadniania. J. Res. Applic. Eng. 56 (4): 203-207.
22. Zarzecka K., 2006: Uprawa ziemniaka w Polsce warunkująca właściwą jakość plonu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 53-72.
23. Zarzecka K., Wyszynski Z., 2006: Znaczenie roślin okopowych w produkcji rolnej i przetwórstwie. Frag. Agron. 3(91):189-208.
24. Zarzecka K., Gugała 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.
25. Zarzecka K., Gugała M., Zarzecka M., 2013: Ziemniak jako dobre źródło składników odżywczych. Postępy Fitoterapii 2: 191-194.
26. Zgórska K., 2013: Wykorzystanie ziemniaka do celów spożywczych i przemysłowych. Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego 3/4: 5-9.
27. Ziemiański S., Wartanowicz M., 1999: Rola antyoksydantów żywieniowych w stanie zdrowia i choroby. Pediatria Współczesna 1, 2/3: 97-105.