

PROZDROWOTNE WŁAŚCIWOŚCI ZIEMNIAKÓW

HEALTH-PROMOTING PROPERTIES OF POTATOES

dr Paulina Dederko-Kantowicz, dr hab. inż. Włodzimierz Przewodowski
IHAR-PIB Oddział w Boninie, e-mail: p.dederko@ihar.edu.pl

Streszczenie

Ziemniak to jedna z najbardziej popularnych roślin uprawnych zarówno w Polsce, jak i na świecie, pełniących istotną rolę w żywieniu człowieka. Poza stanowiącą źródło energii skrobią ziemniaki bogate są w wiele cennych składników mineralnych (głównie potas i magnez), witamin (C, B6), a także w związki o właściwościach antyoksydacyjnych i prozdrowotnych (związki fenolowe – kwas chlorogenowy; glikoproteiny – patatyny; glikoalkaloidy), które mogą chronić organizm człowieka przed chorobami cywilizacyjnymi, jak cukrzyca, otyłość czy nowotwory.

Słowa kluczowe: antyoksydanty, składniki mineralne, witaminy właściwości prozdrowotne, ziemniak

Abstract

Potatoes are one of the most commonly grown plants, both in Poland and in the world. They are playing an important role in human nutrition. Starch is a source of energy, but additionally, potatoes are rich in minerals (potassium and magnesium), vitamins (C, B6), and antioxidants. They also contain health-promoting components: phenolic compounds — (e.g., chlorogenic acid) glycoproteins (e.g., patatins) glycoalkaloids). Therefore, a diet rich in potatoes can protect the human body against civilization diseases like diabetes, obesity, or cancers.

Keywords: antioxidants, health-promoting properties, minerals; potato, vitamins

Ziemniak jest jedną z najbardziej popularnych roślin uprawnych zarówno w Polsce, jak i na świecie. Zajmuje też istotną pozycję w żywieniu człowieka. Poza oczywistą wartością odżywczą stanowi również bogate źródło składników mineralnych, witamin oraz związków o właściwościach antyoksydacyjnych i prozdrowotnych.

W związku z rosnącą liczbą zachorowań na zależne od stylu życia choroby cywilizacyjne rośnie zainteresowanie społeczeństwa żywnością prozdrowotną, która poza wartościami odżywczymi jednocześnie stanowiłaby środek prewencyjny przed coraz powszechniej rozwijającymi się chorobami cywilizacyjnymi, takimi jak cukrzyca, otyłość czy nowotwory. Ziemniak jest predysponowany do pełnienia takiej funkcji, o czym świadczy jego skład. Z doniesień literaturowych wiadomo, że ziemniaki stanowią bogate źródło minerałów, głównie potasu, magnezu, witamin C, B6 oraz związków neutralizujących reaktywne formy tlenu (tzn. anty-

oksydantów) na czele z kwasem chlorogenowym. Kwas chlorogenowy wykazuje ponadto działanie przeciwcukrzycowe, poprzez zwiększenie wrażliwości komórek na insulinę (Akyol i in. 2016). Obecne w ziemniakach patatyny, białka z grupy glikoprotein, również posiadają działanie antyoksydacyjne, a dodatkowo chronią przed oksydacją cholesterolu LDL (Brown 2005, Muszyńska i in. 2013).

Właściwości odżywcze ziemniaków

Witaminy i składniki mineralne. Ziemniaki zawierają od 0,5 do 2% ważnych dla organizmu człowieka składników mineralnych (makro- i mikroelementów), o szerokim składzie pierwiastkowym (Burgos i in. 2020, Leszczyński 2012) – tabela 1. Głównym składnikiem mineralnym ziemniaków jest potas. Jego stężenie wynosi 150-1386 mg/100 g świeżej masy (Nassar i in. 2012). Dla porównania, w słynących z dużej zawartości

potasu bananach i pomidorach jest odpowiednio 358 i 237 mg/100 g świeżej masy. To ważny elektrolit, wpływający na prawidłową pracę układu nerwowego i serca. Ponadto odpowiedni poziom potasu we krwi pozwala na utrzymanie jej pożądanego ciśnienia, pracę serca i chroni przed udarami mózgu (Bethke, Jansky 2018). Inne cenne makroelementy występujące w ziemniakach to fosfor, magnez i wapń.

Ziemniaki zawierają również sporą ilość mikroelementów. Ze względów na właściwo-

ści prozdrowotne dla organizmu człowieka warto zwrócić uwagę na takie jak molibden, chrom, jod, fluor oraz selen. Stężenie żelaza i cynku w bulwach nie jest zbyt duże, warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że wysoka zawartość witaminy C znacznie zwiększa biodostępność tych pierwiastków. W przewodzie pokarmowym człowieka jest wchłaniane ok. 63-79% żelaza ze spożytych ziemniaków (Andre i in. 2015).

Tabela 1

Zawartość składników mineralnych i witamin w bulwach ziemniaka

Składnik mineralny	Zawartość w 100 g ziemniaków	Dzienne zapotrzebowanie człowieka (%)
Potas	150-1386 mg	16
Fosfor	42-120 mg	11
Magnez	16-40 mg	11
Wapń	2-20 mg	2
Żelazo	0,25-0,83 mg	10
Cynk	0,23-0,39 µg	6
Miedź	14-660 µg	25
Molibden	2-50 µg	50
Chrom	0,2-90 µg	25
Jod	2-380 µg	10
Fluor	0,2-29 µg	8
Selen	0,2-29 µg	10

Źródło: Burgos i in. 2020, Leszczyński 2012

Poza ww. składnikami mineralnymi bulwy ziemniaka bogate są w witaminy, głównie te rozpuszczalne w wodzie, co prawdopodobnie spowodowane jest niewielką zawartością tłuszczów w ziemniakach (Leszczyński 2012). Wśród nich dominują witaminy C oraz B6. Witamina C jest przeciwutleniaczem i pełni ważną rolę w ochronie przed stresem oksydacyjnym, neutralizując wolne rodniki, które przez utlenianie lipidów czy uszkodzenia DNA są przyczyną licznych chorób, w tym chorób serca czy nowotworów (Bates 1997). Ponadto witamina C bierze udział w utlenianiu metali przejściowych, co odgrywa ważną rolę w zwiększeniu biodostępności obecnego w ziemniakach żelaza niehemoowego (Teucher i in. 2004) oraz jest kofaktorem (aktywatorem enzymów) w syntezie kolagenu (Naidu 2003). Zawartość witaminy C w ziemniakach sięga 50 mg/100 g świeżej

masy (Han i in. 2004), co stanowi 50% dziennego zapotrzebowania człowieka.

Witamina B6 natomiast jest kofaktorem wielu kluczowych procesów metabolicznych, bierze udział w licznych reakcjach komórkowych, a także wykazuje działanie antyoksydacyjne (Fitzpatrick i in. 2012). Wspomaga ona prawidłowe działanie układu nerwowego i odgrywa kluczową rolę w syntezie neuroprzekaźników takich jak dopamina i serotonina – stanowią one ważny element ośrodka przyjemności w mózgu, przez co mogą wpływać na pozytywny nastrój, emocje czy zwiększać koncentrację i motywację. Ziemniaki zawierają 0,45-0,675 mg/100 g świeżej masy witaminy B6 (Moonney i in. 2013), pokrywając ok. 20% dziennego zapotrzebowania człowieka na nią.

Dodatkowo ziemniaki zawierają umiarkowaną ilość witaminy E, 15-75 µg/100 g świeżej masy (Chun i in. 2006). Witamina ta jest

zlokalizowana głównie w błonach komórkowych i wykazuje działanie antyoksydacyjne oraz chroni przed utlenianiem lipidów. Niedobór witaminy E zwiększa ryzyko zachorowania na miażdżycę i inne choroby zwyrodnieniowe (Andre i in. 2010). Ziemniaki stanowią również ważne źródło kwasu foliowego, którego odpowiednie stężenie u kobiet ciężarnych zapobiega rozwojowi wad cewy nerwowej płodu.

Należy pamiętać, że w wyniku obróbki kulinarnej ziemniaków dochodzi do częściowej utraty witamin oraz składników mineralnych. Szczególnie wrażliwa na wysoką temperaturę jest witamina C, a także witaminy z grupy B. Najmniejsze straty tych substancji powstają podczas gotowania w mundurkach, gotowania na parze oraz pieczenia (Bienia i in. 2015).

Białka ziemniaka. Zawartość białka w bulwach to jedynie 2% w świeżej masie i ok. 8% w suchej masie (Pszczółkowski, Sawicka 2016). Wydaje się to wartością niewielką w porównaniu z innymi roślinami. Warto jednak zwrócić uwagę na jego wartość odżywczą. To, co wyróżnia ziemniaki, to białka, które zawierają wszystkie aminokwasy egzogenne (aminokwasy, których organizm człowieka nie jest w stanie sam zsyntetyzować) i są jedynymi białkami roślinnymi o wartości odżywczej porównywalnej z białkami pochodzenia zwierzęcego (Pęksa 2003, Leszczyński 2012).

Ponadto ok. 40% wszystkich rozpuszczalnych białek ziemniaka stanowią patatyny należące do grupy kwaśnych glikoprotein. W bulwach pełnią one rolę białka zapasowego, jednak mają one również właściwości enzymatyczne i wykazują zdolność do trawienia lipidowych elementów błon komórkowych (Shewry 2003; Szarek, Przewodowska 2017). Badania in vitro wykazały, że białka te mają właściwości prozdrowotne: działają silnie antyoksydacyjnie, a ponadto wykazują zdolność do ochrony przez oksydacją „złego” cholesterolu LDL (Liu i in. 2003). Oksydacja cholesterolu LDL powoduje tworzenie się w naczyniach krwionośnych blaszki miażdżycowej, co może prowadzić do udaru mózgu.

Właściwości prozdrowotne i antyoksydacyjne

Ze względu na znaczne spożycie ziemniaków są one jednym z ważniejszych źródeł antyoksydantów w diecie człowieka (Lachman, Hamouz 2005). Antyoksydanty są związkami, które chronią przed uszkodzeniami wywołanymi przez wolne rodniki, zmniejszając w ten sposób ryzyko zachorowania na nowotwory, choroby układu krążenia oraz cukrzycę typu 2. Bulwy ziemniaka zawierają głównie antyoksydanty rozpuszczalne w wodzie, jak polifenole, w tym flawonoidy zawierające antocyjany i flawonole, ale również przeciwutleniacze lipofilne, głównie karotenoidy (Lovat i in. 2016).

Wśród związków fenolowych obecnych w ziemniakach w największej ilości obecny jest kwas chlorogenowy (Burgos i in. 2013). Bulwy zawierają izomery kwasu chlorogenowego takie jak kwas neochlorogenowy, kryptochlorogenowy, a także kwas kawowy (Andre i in. 2007). Badania in vitro oraz na modelach zwierzęcych dowodzą, że izomery kwasu chlorogenowego mają działanie przeciwnowotworowe oraz chronią przed oksydacją cholesterolu LDL tworzącego blaszkę miażdżycową (Natella i in. 2007, Richelle i in. 2001, Stalmach i in. 2010). Piñeros-Niño i inni (2017) wykazali, że stężenie kwasu chlorowego w gotowanych ziemniakach wynosi 19,25-399 mg/100 g świeżej masy, co odpowiada ilości dostarczonej przez filiżankę kawy, 350 mg (Clifford 1999).

Bulwy ziemniaka zawierają również 20-30 mg/100 g świeżej masy flawonoidów (Ezekiel i in. 2013), a odmiany o purpurowym miąższu nawet dwukrotnie więcej tych antyoksydantów, w tym antocyjanów. Antocyjany wykazują wiele właściwości prozdrowotnych. Zmniejszają ryzyko chorób sercowo-naczyniowych, jak również posiadają aktywność przeciwnowotworową, przez liczne działania biologiczne, m.in. przeciwutleniające, przeciwzapalne, antymutagenne czy proapoptotyczne (pobudzające zaprogramowaną śmierć określonych komórek) (Lin i in. 2017). Innymi flawonoidami obecnymi w miąższu ziemniaków są flawonole (Brown 2005). Ich ilość przeważa w ziemniakach o miąższu białym i żółtym (Andre i in. 2007). Przejawiają one działanie prozdrowotne, zmniejszając

ryzyko zachorowania na choroby układu krążenia oraz nowotwory (Wang i in. 2016).

Antyoksydantami o charakterze lipofilnym występującymi w bulwach ziemniaka są karotenoidy. To barwniki, których największe stężenie zaobserwowano w odmianach o miąższu żółtym i pomarańczowym (100-200 µg/100 g świeżej masy). W większości występują one w postaci ksantofili (luteiny i zeaksantyny), charakteryzujących się dużą przyswajalnością przez organizm człowieka (Andre i in. 2007, Deusser i in. 2012). Z danych literaturowych wiadomo, że związki te wykazują działanie chemoprewencyjne poprzez aktywację układu odpornościowego, ochronę przed stresem oksydacyjnym, hamowanie uszkodzeń DNA oraz ekspresji onkogenów – genów, które mogą mieć wpływ na rozwój nowotworu (Khachik i in. 1999; Fiedor, Burda 2014).

Z kolei obecna w ziemniakach skrobia pełni nie tylko funkcję odżywczą, ale również wykazuje działanie prozdrowotne. W wyniku obróbki termicznej ulega ona kleikowaniu i staje się strawna przez organizm człowieka. Ponowne schłodzenie powoduje, że część skrobi w wyniku zmian strukturalnych nie ulega trawieniu. Jest to tzw. skrobia oporna. Ta forma skrobi nie jest jednak bezużyteczna dla organizmu człowieka. Ma właściwości prebiotyczne, ponieważ stanowi pożywkę dla pożytecznych dla układu pokarmowego bakterii kwasu mlekowego, w tym szczególnie z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. Bakterie te trawią skrobię oporną w procesie fermentacji zachodzącym w jelicie grubym. W efekcie diety bogatej w ziemniaki zwiększa się ich liczebność, co zapobiega rozwojowi niekorzystnej mikroflory (Leszczyński 2004).

Obecny w ziemniakach błonnik pokarmowy (ok. 1,5 g/100g świeżej masy) powoduje, że są one pomocne w problemach z trawieniem, w biegunkach, a także zaparciach. Ponadto ziemniaki są zasadotwórcze, dzięki czemu wykazują korzystne działanie w diecie chorych z refluksem żołądka.

Trzeba również wspomnieć, że w ziemniakach obecne są związki antyodżywcze, takie jak glikoalkaloidy steroidowe (głównie chakonina i solanina) w ilości 2-12 mg/100 g świeżej masy (Lachman i in. 2001). Zawartość glikoalkaloidów zwiększa się w zziele-

niach bulwach, co jest odpowiedzią na stres (np. naświetlanie); ich zadaniem jest zapewnienie roślinie ochrony przed szkodnikami i chorobami. Nadają one bulwom gorzki smak, natomiast w dużej ilości mogą być trujące dla człowieka. Dopuszczalna ilość glikoalkaloidów w ziemniakach przeznaczonych do konsumpcji to 200 mg/kg masy ciała (Barceloux 2008). Związki te jednak wykazują również korzystne działanie dla organizmu człowieka. Badania na ludzkich nowotworowych liniach komórkowych dowodzą, że wyciągi z bulw ziemniaka zawierające chakoninę i solaninę działają hamująco na proliferację komórek nowotworowych (Friedman i in. 2005, Gao i in. 2006, Lee i in. 2004).

Podsumowanie

Ziemniaki są zdrowym i wartościowym produktem odżywczym. Jak można zauważyć, ich spożywanie odpowiada nie tylko za długo utrzymujące się uczucie sytości, ze względu na dużą zawartość skrobi, ale również niesie za sobą inne korzyści dla organizmu człowieka. Przede wszystkim są one cennym źródłem witamin, makro- i mikroelementów oraz pełnowartościowych białek. Nie należy jednak zapominać, o innych wartościach wynikających z ich spożywania. Ziemniaki zawierają liczne związki antyoksydacyjne i prozdrowotne, które chronią komórki organizmu człowieka przed szkodliwym działaniem reaktywnych form tlenu, co w efekcie zmniejsza ryzyko coraz powszechniej występujących chorób cywilizacyjnych oraz mutacji genowych prowadzących do rozwoju chorób nowotworowych. Ponadto ziemniaki są zasadotwórcze. Odpowiednio przygotowane zachowują znaczną część substancji odżywczych i składników prozdrowotnych, zapewniają sytość, a jednocześnie są produktem niskokalorycznym.

Literatura

1. Akyol H., Riciputi Y., Capanoglu E., Caboni M. F., Verardo V. 2016. Phenolic compounds in the potato and its byproducts: an overview. – *Int. J. Mol. Sci.* 17, 6: 835;
2. Andre C. M., Larondelle Y., Evers D. 2010. Dietary antioxidants and oxidative stress from a human and plant perspective: a review. – *Curr. Nutr. Food Sci* 6: 2-12;
3. Andre C.M., Oufir M., Guignard C., Hoffmann L., Hausman J.F., Evers D., Larondelle Y. 2007. Antioxidant profiling of native Andean potato

- tubers (*Solanum tuberosum* L.) reveals cultivars with high levels of β -carotene, alpha-tocopherol, chlorogenic acid, and petanin. – *Agric. Food Chem.* 55: 10839-10849; **4. Andre C. M., Evers D., Ziebel J., Guignard C., Hausman J.F., Bonierbale M., Zum Felde T., Burgos G. 2015.** In vitro bioaccessibility and bioavailability of iron from potatoes with varying vitamin C, carotenoid, and phenolic concentrations. – *J. Agric. Food Chem.* 63: 9012-9021; **5. Barceloux D. G. 2008.** Potatoes, tomatoes and solanine toxicity. [In:] *Medical toxicology of natural substances: foods, fungi, medicinal herbs, toxic plants, venomous animals.* Ed. Barceloux D. G. – Wiley: 77-83; **6. Bates C. 1997.** Vitamin Analysis. – *Ann. Clin. Biochem.* 34: 599-626; **7. Betheke P., Jansky S. 2018.** The Effects of Boiling and Leaching on the Content of Potassium and Other Minerals in Potatoes. – *Food Sci.* 73: H80-85; **8. Bienia B., Sawicka B., Krochmal-Marczak B., Betlej I., Skiba D. 2015.** Ziemniak jako źródło składników odżywczych. [W:] *Rośliny zielarskie, kosmetyki naturalne i żywność funkcjonalna.* Red. J. Chrzanowska, H. Różański. PWSZ Krosno – UP Wrocław: 74-87; **9. Brown C. R. 2005.** Antioxidants in potato. – *Am. J. Potato Res.* 82: 163-172; **10. Burgos G., Zum Felde T., Andre C., Kubow S. 2020.** The potato and its contribution to the human diet and health. [In:] *The Potato Crop.* Springer, Cham.: 37-74; **11. Burgos G., Amoros W., Muñoa L., Sosa P., Cayhualla E., Sanchez C., Diaz C., Bonierbale M. 2013.** Total phenolic, total anthocyanin and phenolic acid concentrations and antioxidant activity of purple-fleshed potatoes as affected by boiling. – *J. Food Compos. Anal.* 30: 6-12; **12. Chun J., Lee J., Ye L., Exler J., Eitenmiller R. R. 2006.** Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. – *J. Food Compos. Anal.* 19: 196-204; **13. Clifford M. 1999.** Chlorogenic acids and other cinnamates – nature, occurrence and dietary burden. – *J. Sci. Food Agric.* 79: 362-372; **14. Deusser H., Guignard C., Hoffmann L., Evers D. 2012.** Polyphenol and glycoalkaloid contents in potato cultivars grown in Luxembourg. – *Food Chem.* 135: 2814-2824; **15. Ezekiel R., Singh N., Sharma S., Kaur A. 2013.** Beneficial phytochemicals in potato – a review. – *Food Res. Int.* 50: 487-496; **16. Fiedor J., Burda K. 2014.** Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. – *Nutrients* 6: 466-488; **17. Fitzpatrick T. B., Basset G. J., Borel P., Carrari F., Della Penna D., Fraser P. D., Hellmann H., Osorio S., Rothan C., Valpuesta V. 2012.** Vitamin deficiencies in humans: can plant science help? – *Plant Cell* 24: 395-414; **18. Friedman M., Lee K. R., Kim H. J., Lee I. S., Kozukue N. 2005.** Anticarcinogenic effects of glycoalkaloids from potatoes against human cervical, liver, lymphoma, and stomach cancer cells. – *Agric. Food Chem.* 53: 6162-6169; **19. Gao S. Y., Wang Q. J., Ji Y. B. 2006.** Effect of solanine on the membrane potential of mitochondria in HepG2 cells and $[Ca^{2+}]_i$ in the cells. – *World J. Gastroenterol.* 12: 3359-3367; **20. Han J., Kosukue N., Young K., Lee K., Friedman M. 2004.** Distribution of ascorbic acid in potato tubers and in home-processed and commercial potato foods. – *Agric. Food Chem.* 52: 6516-6521; **21. Khachik F., Cohen L., Zhao Z. 1999.** Metabolism of dietary carotenoids and their possible role in prevention of cancer and macular de-generation. [In:] *Shibamoto T., Terao J., Osawa T. Functional foods for disease prevention I.* Am. Chem. Soc. symposium series. Oxford Univ. Press, New York: 71-85; **22. Lachman J., Hamouz K. 2005.** Red and purple coloured potatoes as a significant antioxidant source in human nutrition – a review. – *Plant Soil Environ.* 51: 477-482; **23. Lachman J., Hamouz K., Orsák M., Pivec V. 2001.** Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition-review. – *Rostl. Vyr.* 47: 181-191; **24. Lee K. R., Kozukue N., Han J. S., Park J. H., Chang E. Y., Baek E. J., Friedman M. 2004.** Glycoalkaloids and metabolites inhibit the growth of human colon (HT29) and liver (HepG2) cancer cells. – *J. Agric. Food Chem.* 52: 2832-2839; **25. Leszczyński W. 2004.** Resistant Starch – classification, structure and production. – *Polish J. Nutr. Sci.* 13/54: 37-48; **26. Leszczyński W. 2012.** Żywnościowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przegląd literatury). – *Biul. IHAR* 266: 5-20; **26. Lin B. W., Gong C. C., Song H. F., Cui Y. Y. 2017.** Effects of anthocyanins on the prevention and treatment of cancer. – *Br. J. Pharmacol.* 174: 1226-1243; **27. Liu Y. W., Han C. H., Lee M. H., Hsu F. L., Hou W. C. 2003.** Patatin, the tuber storage protein of potato (*Solanum tuberosum* L.), exhibits antioxidant activity in vitro. – *J. Agric. Food Chem.* 51: 4389-4393; **28. Lovat C., Nassar A., Kubow S., Li X., Donnelly D. 2016.** Metabolic biosynthesis of potato (*Solanum tuberosum* L.) antioxidants and implications for human health. – *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 56: 2278-2303; **29. Moonney S., Chen L., Kuhn C., Navarre R., Knowles N. R., Hellman H. 2013.** Genotype-specific changes in vitamin B6 content and the PDX family in potato. – *Biomed. Res. Int.* Article ID 389723; **30. Muszyńska B., Guła A., Sułkowska-Ziaja K. 2013.** Właściwości lecznicze i dietetyczne najważniejszych jadalnych przedstawicieli rodziny Solanaceae. – *Farm. Pol.* 69: 645-661; **31. Naidu K. 2003.** Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. – *Nutr. J.* 2: 7; **32. Nassar A. M., Sabally K., Kubow S., Leclerc Y. N., Donnelly D.**

- J. 2012.** Some Canadian-grown potato cultivars contribute to a substantial content of essential dietary minerals. – *J. Agric. Food Chem.* 60: 4688-4696; **33. Natella F., Nardini M., Belelli F., Scaccini C. 2007.** Coffee drinking induces incorporation of phenolic acids into LDL and increases the resistance of LDL to ex vivo oxidation in humans. – *Am. J. Clin. Nutr.* 86: 604-609; **34. Pęksa A. 2003.** Białko ziemniaczane – charakterystyka i właściwości. – *Post. Nauk Rol.* 50: 79-94; **35. Piñeros-Niño C., Narváez-Cuenca C., Kushalappa A., Mosquera T. 2017.** Hydroxycinnamic acids in cooked potato tubers from *Solanum tuberosum* group *Phureja*. – *Food Sci. Nutr.* 5: 380-389; **36. Pszczołkowski P., Sawicka B., 2016.** Wartość odżywcza białka wybranych odmian ziemniaka. [W:] *Bioprodukty – pozyskiwanie, właściwości i zastosowanie w produkcji żywności*. Red. G. Lawendowicz, J. Le Thanh-Blicharz. Wyd. UP Poznań: 56-64; **37. Richelle M., Tavazzi I., Offord E. 2001.** Comparison of antioxidant activity of commonly consumed polyphenolic beverages (coffee, cocoa, tea) prepared per cup serving. – *J. Agric. Food Chem.* 49: 3438-3442; **38. Shewry P. R. 2003.** Tuber storage proteins. – *Ann. Bot.* 91: 755-769; **39. Stalmach A., Steiling H., Williamson G., Crozier A. 2010.** Bioavailability of chlorogenic acids following acute ingestion of coffee by humans with an ileostomy. – *Arch. Biochem. Biophys.* 501: 98-105; **40. Szarek D., Przewodowska A. 2017.** Patatyna – białko ziemniaka o cennych właściwościach. – *Ziemn. Pol.* 1: 32-36; **41. Teucher B., Olivares M., Cori H. 2004.** Enhancers of iron absorption: ascorbic acid and other organic acids. – *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 74: 403-419; **42. Wang W., Sun C., Mao L., Ma P., Liu F., Yang J., Gao Y. 2016.** The biological activities, chemical stability, metabolism and delivery systems of quercetin: a review. – *Trends Food Sci. Technol.* 56: 21-38

