

- [39] Chlandra A., Kijeńska E., Skrobia ziemniaczana jako biomateriał do wytwarzania rusztowań inżynierii tkankowej, *Ziemniak Polski*, 2018, 2(28), s. 46–52.
- [40] Nałęcz, M., Błażewicz S., Stoch L., *Biomateriały*, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2003.
- [41] Ziółkowska A., Janus P., Elektryczna metoda pomiaru wilgotności skrobi ziemniaczanej na wyjściu suszarki pneumatycznej, *PAK*, 2011, 57(7), s. 705–708.
- [42] Krzyżaniak W., Olesienkiewicz A., Białas W., Słomińska L., Jankowski T., Grajek W., Charakterystyka chemiczna maltodekstryn o małym równoważniku glukozowym otrzymanych przez hydrolizę skrobi za pomocą alf-amylaz, *Technologia Alimentaria*, 2003, 2(2), s. 5–15.
- [43] Fortuna T., Sobolewska J., Maltodekstryny i ich wykorzystanie w przemyśle spożywczym, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, 7(2), s. 100–109.

Do cytowania:

Ginter A., Zarzecka K., Gugąła M., Mystkowska I., Znaczenie skrobi ze szczególnym wskazaniem na produkt przemysłowego przetwórstwa ziemniaków – skrobię ziemniaczaną, *Herbalism*, 2023, 1(9), s. 135–145.

Właściwości odżywcze ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.)

Nutritional properties of the potato (*Solanum tuberosum* L.)

Iwona Mystkowska¹, Krystyna Zarzecka²

¹ Wydział Nauk o Zdrowiu, Zakład Dietetyki, Akademia Białska Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, e-mail: imystkowska@op.pl

² Wydział Agrobiotechnologii i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

Słowa kluczowe: właściwości odżywcze, składniki chemiczne, *Solanum tuberosum*

Keywords: nutritional properties, chemical components, *Solanum tuberosum*

Streszczenie

Celem pracy było dokonanie przeglądu literatury naukowej dotyczącej zawartości wybranych składników odżywczych w bulwach ziemniaka oraz możliwości ich wykorzystania. Ziemniak (*Solanum tuberosum* L.), będący jedną z najważniejszych roślin jadalnych świata, stał się cenionym produktem spożywczym, ze względu na cenne właściwości odżywcze, dietetyczne i zdrowotne. O wysokiej jakości bulw decyduje zawartość składników chemicznych oraz niska zawartość związków toksycznych. Głównym składnikiem ziemniaka jest skrobia, stanowiąca około 10–16% jego masy, zawartość białka wynosi od 1,5 do 2,3%, przy czym ilość pełnowartościowego białka, zawierającego wszystkie aminokwasy egzogenne, to około 1%. Kolejnym składnikiem mającym wpływ na kształtowanie wartości odżywczej bulw jest błonnik pokarmowy, który stanowi 2,5% świeżej masy. Ziemniaki są ważnym źródłem wielu witamin: C, B₁, B₂, B₆, PP, E, K, kwasu pantotenowego i kwasu foliowego. Największe znaczenie ma witamina C, której zawartość wynosi około 20 mg w 100 g świeżej masy bulw. W ziemniakach występuje około 0,1% lipidów, które zawierają nienasycone kwasy linolowy i linolenowy, określane jako witamina F. Dzięki małej zawartości tłuszczu niska jest wartość energetyczna ziemniaków, mieszcząca się w przedziale 60–70 kcal w 100 g tego warzywa. Bulwy ziemniaka są źródłem polifenoli oraz makro- i mikroelementów. Szczególnie cenne są: potas, wapń i magnez, które mają działanie zasadowotwórcze. Spożycie 200 g ziemniaka pokrywa 8–30% dziennego zapotrzebowania na potas, jod, magnez, żelazo, fosfor, miedź i wapń. Dietetycy twierdzą, że jego wartość odżywcza jest tak duża, iż ziemniaki mogą stanowić przez pewien czas jedyny składnik pożywienia człowieka bez uszczerbku dla jego zdrowia.

Summary

The aim of the study was to review the scientific literature on the content of selected nutrients in potato tubers and the possibility of their use. Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the most important edible plants in the world and has become the most important food product due to its valuable nutritional, dietary and health properties. The quality of tubers is determined by the content of chemical components and the low content of toxic compounds.

The main component of the potato is starch, about 10–16%, and a protein content of 1.5 to 2.3%, with the amount of complete protein, containing all essential amino acids, being about 1%. Another component that shapes the nutritional value of tubers is dietary fiber, which accounts for 2.5% of the fresh weight. Potatoes are an important source of many vitamins: C, B1, B2, B6, PP, E, K, pantothenic acid and folic acid. Vitamin C is the most important, with about 20 mg in 100 g of fresh weight of tubers. In potatoes there is about 0.1% of lipids, which contain unsaturated linoleic and linolenic acids, referred to as vitamin F. Thanks to the low-fat content, the energy value of potatoes is low, in the range of 60–70 kcal – 100 g. Potato tubers are a source of polyphenols and macro- and microelements. Especially valuable are potassium, calcium, magnesium, which have an alkaline-forming effect. Consumption of 200 g of potato covers the daily requirement of potassium, iodine, magnesium, iron, phosphorus, copper, calcium in 8–30%. Translated with www.DeepL.com/Translator (free version). Nutritionists claim that the nutritional value of potatoes is so great that they may be the only ingredient of human food for a while without detriment to their health.

Wstęp

Bulwy ziemniaka cały czas stanowią ważną pozycję w diecie przeciętnego Polaka, gdyż spożywane są w znacznych ilościach – około 100 kg na osobę rocznie, w tym 16 kg w postaci przetworów ziemniaczanych. Tendencja spożycia bulw powinna się utrzymać ze względu na ich cenne właściwości odżywcze, dietetyczne i zdrowotne [1–3]. Należy podkreślić, że prawidłowa dieta jest powszechnie uznawana za jeden z najważniejszych czynników warunkujących zdrowie. Bulwy ziemniaka odznaczają się dużą wartością odżywczą, co wynika m.in. z zawartości cennego białka, które pod względem jakości zbliżone jest do białka jaja kurzego [2, 4, 5]. Ziemniaki są ważnym źródłem wielu witamin, których przeciętne ilości w 100 g świeżej masy wynoszą: B₁ (tiamina) – 0,1 mg, B₂ (ryboflawina) – 0,07 mg, B₆ (pirydoksyna) – 0,25 mg, PP (niacyna) – 1 mg, kwas pantotenowy – 0,25 mg, kwas foliowy – 0,04 mg, E (tokoferol) – 0,1 mg, K (filochinon) – 0,06 mg. Największe znaczenie ma witamina C,

której w 100 g świeżej masy bulw jest około 20 mg [2]. Są także ważnym źródłem polifenoli, określanych jako metabolity wtórne o działaniu przeciwutleniającym [6], oraz źródłem składników mineralnych [7–10]. Celem pracy było dokonanie przeglądu literatury naukowej dotyczącej zawartości wybranych składników odżywczych w bulwach ziemniaka oraz możliwości ich wykorzystania.

Wybrane składniki odżywcze

Jednym z ważniejszych atrybutów dla konsumenta i przetwórcy ziemniaka jest zawartość w tym warzywie białka, które odznacza się największą wartością odżywczą ze wszystkich białek roślinnych [2, 4, 11]. Białko ziemniaczane jest bogate w aminokwasy egzogenne, takie jak: lizyna, leucyna, fenyloalanina i treonina, których organizm ludzki nie syntetyzuje. Z ośmiu aminokwasów, które należy dostarczyć organizmowi, aż siedem znajduje się w białku ziemniaka [12–14]. Jako jedno z nielicznych białek roślinnych ma ono wartość biologiczną odpowiadającą białku zwierzęcemu [15, 16]. Porównywalne jest z białkiem soi i tylko nieznacznie ustępuje wartości białka jaja kurzego [2, 13]. Według A. Pęksy [17] i W. Leszczyńskiego [2] zawartość białka ogółem w ziemniaku wynosi 1,5–2,3% świeżej masy, z czego białko właściwe, określane jako „czyste”, stanowi 35–65%. W badaniach A. Wierzbieckiej i C. Trawczyńskiego [18] zawartość białka mieściła się w granicach 7,54–11,37%, a w badaniach K. Zarzeckiej i M. Gugały [19] białko stanowiło 9,15–11,68% suchej masy. Amerykańskie Stowarzyszenie do Badań nad Ziemniakiem uznało to warzywo za żywność bezglutenową, zawierającą doskonałej jakości białko, co daje liczne możliwości jego wykorzystania. Główne korzyści ze spożywczego zastosowania białka ziemniaczanego to brak alergenów oraz wysoka odżywczość [16, 11]. Kolejnym ważnym składnikiem bulw ziemniaka jest witamina C. Zawierają one znaczne ilości witamin rozpuszczalnych w wodzie oraz niewielkie ilości witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Przypuszczalnie wiąże się to z niską zawartością związków tłuszczowych w bulwach. Spośród witamin rozpuszczalnych w wodzie bulwy najczęściej zawierają witaminę C, której głównymi składnikami są kwas askorbinowy i kwas dehydroaskorbinowy. Ziemniak jadalny jest najtańszym i najbardziej powszechnym źródłem witaminy C, której zawartość w bulwach wynosi od 100 do 300 mg·kg⁻¹ świeżej masy [2, 20]. Dzielne zapotrzebowanie organizmu człowieka na witaminę C wynosi od 50 do 100 mg, przy czym średnia zawartość witaminy C w bulwach surowych wynosi 200 mg·kg⁻¹, zaś ziemniaki ugotowane zawierają jej 80 mg·kg⁻¹ (w wyniku 60% strat). Zatem spożycie 50 g ziemniaków pokrywa do 16% dziennego zapotrzebowania człowieka na ten cenny składnik [21]. Zawartość kwasu askorbinowego w bulwach ziemniaka jest cechą odmianową i w znacznym stopniu zależy od przebiegu pogody w czasie

wegetacji [21–23]. W zależności od odmiany oraz warunków uprawy zawartość tego składnika w bulwach zmienia się w bardzo szerokim zakresie i waha się najczęściej w granicach od 50 do 300 mg·kg⁻¹ [24].

Ważnymi składnikami bulw ziemniaka są cukry redukujące, zwane monosacharydami (glukoza + fruktoza) i sumy cukrów (cukry redukujące + sacharoza). Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka przeznaczonych do konsumpcji bezpośredniej powinna wynosić nie więcej niż 0,50% (poziom optymalny: maks. 0,25%), a sumy cukrów – maks. 1,0% w świeżej masie bulw [4, 25]. Wyższa koncentracja monosacharydów w połączeniu z aminokwasami zwiększa intensywność reakcji Maillarda [26, 27] i powoduje ciemnienie mięszu podczas obróbki termicznej (smażenie, suszenie) oraz pogorszenie smaku i zapachu warzywa, a w końcowej fazie smażenia powstawanie akrylamidów [28–30].

Bulwy ziemniaka, oprócz podstawowych składników odżywczych (skrobia, białko, cukry), zawierają w świeżej masie 1–1,2% związków mineralnych, występujących w formie makro- i mikroelementów. Pierwiastki te pełnią w roślinie głównie funkcje budulcowe i fizjologiczne, jak również decydują o wartości dietetycznej warzywa [2, 31]. Potas odgrywa ważną rolę w gospodarce wodnej i jonowej organizmu, dlatego w niektórych schorzeniach zaleca się dietę ziemniaczaną. Fosfor jest podstawowym składnikiem związków decydujących o procesach energetycznych. Wchodzi w skład białek specyficznych i uczestniczy w przemianie węglowodanów. W badaniach zawartość fosforu w bulwach ziemniaka kształtowała się na poziomie 1,8–3,9 g·kg⁻¹ [32, 33]. Wapń uważany jest za pierwiastek warunkujący prawidłowy wzrost i rozwój roślin. Zawartość wapnia w bulwach mieściła się w granicach 0,30–0,69 g·kg⁻¹ [31, 33]. Ważnym składnikiem bulw ziemniaka jest magnez. Jego obecność w roślinie warunkuje podstawowe procesy przemiany materii i energii, bierze on udział w około 300 reakcjach enzymatycznych, stanowi też aktywne centrum cząsteczki chlorofilu.

Zawartość magnezu w suchej masie bulw ziemniaka w badaniach [31, 33, 34] wynosiła około 0,8–1,3 g·kg⁻¹. Spożycie 200 g ziemniaków pokrywa nawet 30% dziennego zapotrzebowania na potas, 10–14% – na fosfor, 8–17% – na magnez, 8–19% – na żelazo, 11–15% – na miedź oraz 6–30% – na jod [2]. Mikroelementy są ważną cechą jakościową ocenianą według kryteriów konsumpcyjnych i paszowych. Wchodzi one w skład różnych enzymów i aktywatorów, a do najważniejszych należą: żelazo, mangan, cynk i miedź [31, 35]. Żelazo bierze udział w procesie fotosyntezy i metabolizmie kwasów nukleinowych, stymuluje powstawanie chlorofilu, uczestniczy w redukcji azotanów i wiązaniu wolnego azotu oraz reguluje reakcje oksydacyjno-redukcyjne. Mangan uczestniczy w procesach oksydacyjno-redukcyjnych, fotosyntezie, dekarboksylacji, wiązaniu wolnego azotu, biosyntezie witaminy C [31].

Bulwy ziemniaka zawierają związki prozdrowotne – polifenole, które wykazują działanie: przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe i przeciwnowotworowe.

Są one pożądane w diecie człowieka ze względu na ich korzystny wpływ na zdrowie [36–38]. Polifenole są jedną z największych grup przeciwutleniaczy i są uznawane za występujące najliczniej antyoksydanty w naszej diecie [39, 40]. Znajdując się w roślinach, zwiększają ich tolerancję na szkodliwe bodźce środowiska, a przede wszystkim na suszę. Ponadto ich obecność sprawia, że rośliny są mniej podatne na działanie czynników chorobotwórczych i występowanie szkodników [36]. Zawartość polifenoli w badaniach K. Hamouza i in. [23] wynosiła około 62,6–1157,0 mg·kg⁻¹, a w badaniach M.A. Lemosy i in. [41] 209,1 mg·kg⁻¹ świeżej masy bulw. Jakość ziemniaka jadalnego, na którą współczesny konsument zwraca szczególną uwagę, determinowana jest głównie składem chemicznym i cechami organoleptycznymi bulw (sensorycznymi, konsumpcyjnymi), takimi jak: smakowość, barwa miąższu, typ kulinarny, ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych oraz wygląd zewnętrzny [42, 43]. Smakowość powinna być dobra i bardzo dobra (powyżej 6 stopni w skali 1–9), a ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych – małe (odpowiednio powyżej 6,5 i ponad 7,5 stopnia w skali 1–9) [44]. W porównaniu do innych roślin ziemniak w znacznie mniejszych ilościach kumuluje środki ochrony roślin i metale ciężkie, ponadto związki te na ogół gromadzą się w skórce i są usuwane podczas obierania warzywa [2]. Wysokie walory odżywcze, ekonomiczne i dietetyczne bulw ziemniaka powodują, że tradycyjne spożywanie ich w dużych ilościach (bulwy gotowane) jest elementem modelu konsumpcji zgodnym z zaleceniami racjonalnego żywienia.

Podsumowanie

Specjaliści do spraw żywienia i dietetycy zalecają spożywać jak najwięcej ziemniaków ze względu na zawarte w nich cenne właściwości odżywcze i lecznicze. Ziemniak uznano za żywność bezglutenową, o doskonałej jakości białka. Główne korzyści ze spożywczego zastosowania białka ziemniaczanego to brak alergenów oraz wysoka odżywczość. Ponadto jest on najtańszym i najbardziej powszechnym źródłem witaminy C. Bulwy ziemniaka, oprócz podstawowych składników odżywczych, zawierają w świeżej masie 1–1,2% związków mineralnych, występujących w formie makro- i mikroelementów. Makroelementy, takie jak: potas, fosfor, magnez i wapń, to składniki pobierane przez rośliny w stosunkowo dużych ilościach, w różnych stadiach rozwoju. Pierwiastki te pełnią w roślinie głównie funkcje budulcowe i fizjologiczne, jak również decydują o wartości dietetycznej warzywa. *Solanum tuberosum* zdobywał i nadal zdobywa coraz większe grono zainteresowanych

jego niezwykłymi właściwościami oraz bogatym składem witamin i minerałów. To wielka siła w małej bulwie. Ze względu na składniki odżywcze ziemniaka należy spożywać go w ramach codziennego jadłospisu, traktując go jako ochronę przed chorobami cywilizacyjnymi.

Literatura

- [1] Alamar M.C., Tosetti R., Landahl S., Bermejo A., Terry L.A., Assuring Potato Tuber Quality during Storage: A Future Perspective, *Frontiers in Plant Science*, 2017, 28, s. 8–20.
- [2] Leszczyński W., Żywieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (przeгляд literatury), *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2012, 266, s. 5–20.
- [3] Zarzecka K., Gugęła M., Jakość konsumpcyjna bulw ziemniaka jadalnego w sieci handlowej Siedlec i Międyrzecza Podlaskiego, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 2010, 12(4), s. 403–406.
- [4] Lisińska G., Pęksa A., Kita A., Rytel E., Tajner-Czopek A., The quality of potato for processing and consumption, *Food 3(Special Issue 2)*, Global Science Books, 2009, s. 99–104.
- [5] Żołnowski A.C., Studia nad zmiennością plonowania i jakością ziemniaka jadalnego (*Solanum tuberosum* L.) w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego, UWM Olsztyn (Rozprawy i monografie – Dissertations and Monographs), 2013, 191, s. 1–259.
- [6] Ezekiel R., Singh N., Sharma S., Kaur A., Beneficial phytochemicals in potato – a review, *Food Research International*, 2013, 50, s. 487–496.
- [7] Haase T., Schüler C., Piepho H.P., Thöni H., Hess J., The effect of preceding crop and pre-sprouting on crop growth, N use and tuber yield of main crop potatoes for processing under conditions of N stress, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2007, 193(4), s. 270–291.
- [8] Zarzecka K., Gugęła M., Zarzecka M., Ziemniak jako dobre źródło składników odżywczych, *Postępy Fitoterapii*, 2013, 3, s. 191–194.
- [9] Głosek-Sobieraj M., Cwalina-Ambroziak B., Wierzbowska J., Waśkiewicz A., The influence of biostimulants on the microelement content of tubers in selected potato cultivars, *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 2018, 17(6), s. 37–48.
- [10] Głosek-Sobieraj M., Cwalina-Ambroziak B., Wierzbowska J., Waśkiewicz A., The influence of biostimulants on the content of P, K, Ca, Mg, and Na in the skin and flesh of potato tubers, *Polish Journal of Environmental Studies*, 2019, 28(3), s. 1–8.
- [11] Sawicka B., Pszczółkowski P., Wartość odżywcza białka wybranych odmian ziemniaka, [w:] *Bioprodukty – pozyskiwanie, właściwości i zastosowanie w produkcji żywności*, G. Lewandowicz, J. Le Thanh-Blicharz (red.), Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań 2016, s. 56–67.
- [12] Jarvan M., Edesi L., The effect of cultivation methods on the yield and biological quality of potato, *Agronomy Research*, 2009, 7(Special issue I), s. 289–299.
- [13] Elfaki A.E., Abbsher A.M., Nutritional situation of potato subjected to Sudanese cooking methods, *Journal of Applied Sciences Research*, 2010, 6(8), s. 880–924.

- [14] Kołodziejczyk M., Effect of nitrogen fertilization and microbial preparations on quality and storage losses in potato cultivation, *Acta Agrophysica*, 2016, 23(1), s. 67–78.
- [15] Zgórska K., Wykorzystanie ziemniaka do celów spożywczych i przemysłowych, *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 2013, 3/4, s. 1–9.
- [16] Harkema J., Potato Proteins “Free From” Texture & Nutrition. Conference Solanic® Potato Proteins – Free from Food Expo, Barcelona, 4–5 juni 2015, <http://www.freefromfoodexpo.com/pdf/2015-conference-solanic.pdf> (dostęp 16.01.2023).
- [17] Pęksa A., Białko ziemniaczane – charakterystyka i właściwości, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2003, 5, s. 79–94.
- [18] Wierzbicka A., Trawczyński C., Czynniki wpływające na zawartość i plon białka w bulwach ziemniaka, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2012, 266, s. 181–190.
- [19] Zarzecka K., Gugęła M., Zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka w zależności od sposobów uprawy roli i odchwaszczania, *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*, 2006, 5(2), s. 107–115.
- [20] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A., Rozmieszczenie suchej masy i sacharydów w różnych częściach bulw ziemniaka, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2002, 489, s. 327–334.
- [21] Wierzbicka A., Wybrane cechy jakości bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od nawadniania, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2011, 56(4), s. 203–207.
- [22] Love S.L., Pavek J.J., Positioning the potato as primary food source of vitamin C., *American Journal of Potato Research*, 2008, 85, s. 277–285.
- [23] Hamouz K., Lachman J., Pazderu K., Hejtmankova K., Cimr J., Musilova J., Pivec V., Orsak M., Svobodova A., Effect of cultivar, location and method of cultivation on the content of chlorogenic acid in potatoes with different flesh colour, *Plant Soil and Environmental*, 2013, 59(10), s. 465–471.
- [24] Zimnoch-Guzowska E., Flis B., Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2006, 511, s. 23–36.
- [25] Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M., Wpływ wybranych czynników na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 1(46), s. 229–234.
- [26] Copp L.J., Blenkinsop R.W., Yada R.Y., Marangoni A.G., The relationship between respiration and chip color during long – term storage of potato tubers, *American Journal of Potato Research*, 2000, 77, s. 279–287.
- [27] Edwards Ch.G., Englar J.W., Brown Ch.R., Peterson J.C., Sorensen E.J., Changes in color and sugar content of yellow – fleshed potatoes stored at three different temperatures, *American Journal of Potato Research*, 2002, 79, s. 49–53.
- [28] Hebeisen T., Ballmer T., Guthapfel N., Torche J.M., Reust W., Suitable potato varieties reduce acrylamide formation in processed products and dishes, 16th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, July 17–22, Bilbao, 2005, Spain, s. 496–500.
- [29] Shepherd L.V.T., Bradshaw J.E., Dale M.F.B., McNicol J.W., Pont S.D.A., Mottram D.S., Davies H.V., Variation in acrylamide producing potential in potato: Segregation of the trait in a breeding population, *Food Chemistry*, 2010, 123, s. 568–573.