DOI: 10.37317/biul-2012-0001

WACŁAW LESZCZYŃSKI
Wydział Nauk o Żywności
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Żywieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przegląd literatury)

Nutrition value of potato and potato products (Review of literature)

Ziemniak stanowi wartościowy produkt spożywczy. Jest stosunkowo niskokaloryczny, o umiarkowanym ładunku glikemicznym. Zawiera pełnowartościowe białko oraz znaczne ilości niezbędnych witamin i składników mineralnych, a także potrzebny błonnik pokarmowy. Substancje antyżywieniowe, zawarte są w ziemniaku w bardzo niewielkich ilościach. W większości zlokalizowane są one w skórce i bezpośrednio pod nią. Dzięki temu większość substancji antyżywieniowych usuwana jest podczas obróbki kulinarnej. Ziemniak nie kumuluje związków szkodliwych z zanieczyszczonego środowiska. Spożywcze produkty ziemniaczane umożliwiają konsumpcję ziemniaka z pominięciem pracochłonnych zabiegów przygotowawczych. Skrobia ziemniaczana i jej przetwory są niezbędne dla uzyskania odpowiedniej jakości produktów prawie wszystkich gałęzi przemysłu spożywczego.

Słowa kluczowe: ziemniak, wartość odżywcza, indeks glikemiczny, ładunek glikemiczny, substancje antyżywieniowe, spożywcze produkty ziemniaczane

Potato is a valuable food product. It is of relatively low caloric value and moderate glycaemic load. Potato contains valuable protein and significant quantities of essential vitamins and mineral compounds, as well as necessary dietary fibre. Anti-nutritive substances are found in potato in very low quantities, mostly, localized in the skin on just under it. Thanks to that, the most of anti-nutritive compounds is removed during culinary treatment. Potato does not accumulate harmful compounds from poisoned environment. Potato food products make easy consumption possible without complicated preparatory operations. Native or processed potato starch and its derivatives are necessary to obtain suitable quality products in nearly all branches of food industry.

Key words: potato, nutrition value, glycaemic index, glycaemic load, anti-nutritive substances, potato food products

Ziemniak w Polsce jest z jedną z podstawowych roślin uprawnych, której bulwy konsumowane są prawie codziennie przez większość ludzi. Część obywateli naszego kraju z powodu coraz szybszego tempa życia, a także z wygody nie chce zajmować się normalnym przygotowaniem bulw ziemniaka do spożycia — myciem, obieraniem i obróbką termiczną. Korzystają oni na ogół ze spożywczych przetworów z ziemniaka.

O ziemniaku mówi się, że podobnie jak chleb nigdy się znudzi. I pomimo, że produkcja ziemniaka w Polsce w ciągu ostatnich 20 lat zmniejszyła się parokrotnie, ilość ziemniaka przeznaczonego na cele konsumpcyjne jeżeli zmalała to tylko nieznacznie. Spośród 136 zarejestrowanych w Polsce odmian ziemniaka, 82 to odmiany jadalne (Lubecka-Ziembińska, Janiak, 2012).

W wykopaliskach archeologicznych prowadzonych w okolicy jeziora Titicaca, w Ameryce Południowej, znaleziono dowody sprzed ponad 2 tysięcy lat świadczące o tym, że już wówczas, ziemniak stanowił tam pożywienie człowieka. Na podstawie badań stwierdzono też, że ludy zamieszkujące tamte tereny w późniejszych czasach prowadziły celową uprawę ziemniaka, stosując nawożenie i obróbkę mechaniczną.

Po sprowadzeniu ziemniaka do Europy, ziemniak początkowo traktowany był jako lekarstwo, gdyż m.in. taka o nim wiedza przywieziona była wraz z nim z za Oceanu. Potem używany był też jako jarzyna. Jednakże już w XVII wieku w Irlandii i Anglii zaczęto prowadzić polową uprawę ziemniaka, przeznaczając go do spożycia na większą skalę. W XVIII wieku, w wyniku wojen prowadzonych na kontynencie europejskim, występowały okresy głodu. Wówczas przekonano się, że przemarsze wojska powodowały mniejsze straty w uprawie ziemniaka, niż w przypadku zbóż. Ponadto, ziemniak najlepiej ze wszystkich roślin uprawnych znosił niekorzystne warunki meteorologiczne. Dlatego już w XVIII wieku zaczęto rozpowszechniać uprawę ziemniaka na wielką skalę zarówno w Europie, jak i w koloniach zwłaszcza brytyjskich, a więc w Ameryce Północnej, a także w Indiach i Australii.

Również na ziemiach polskich ziemniak od początku XIX wieku stał się podstawowym pokarmem ludności, zwłaszcza ubogiej. Dowody tego mamy w literaturze z tego okresu. Adam Mickiewicz w 1819 r. napisał utwór „Kartofla", a w nim mówił o ziemniaku, który: „owoc z tysiącznego dająca porostu, wygłodzonych oraczów zachowa od postu". Pisarz i historyk Julian Ursyn Niemcewicz, przyjaciel Tadeusza Kościuszki pisał w 1858 r.: „Wyznać należy, że po chrzcie świętym kartofle są największym dobrodziejstwem ludziom użyczonym przez Nieba". Również Henryk Sienkiewicz i Emilia Orzeszkowa w swych nowelach pisali o ziemniaku, jako pokarmie ubogich, ratującym ich od śmierci głodowej. Zdziesiątkowanie uprawy ziemniaka w Europie przez zarazę ziemniaka w połowie XIX wieku spowodowało klęskę głodu w wielu krajach. Efektem tego były wielkie migracje ludności zwłaszcza z Irlandii i znacznych obszarów ziem polskich, głównie do USA (Leszczyński, 2007). W Polsce po zakończeniu II Wojny Światowej, w 1946 r., w sytuacji niedoboru żywności, spożycie ziemniaka na jedną osobę wynosiło 320 kg (w 2010 r. — 112 kg). Przedstawione fakty są pośrednim zaprzeczeniem twierdzenia, jakoby ziemniak był żywieniowo bezwartościowy, jeśli ratował on ludzi od głodu, to musiał posiadać wartość odżywczą.

Bezpośrednim dowodem na wartość odżywczą ziemniaka jest zawartość i jakość biologiczna substancji wchodzących w jego skład. Bulwa ziemniaka konsumpcyjnego zawiera średnio 77% wody, skrobi do 16%, 0,5% cukrów, ok. 2% białka, ponad 1% składników mineralnych, 2,3% błonnika pokarmowego i ok. 0,1% lipidów (tab. 1), a także kwasy organiczne, polifenole, witaminy itp. (Leszczyński, 2000). Jeżeli zsumuje się wartość energetyczną wszystkich składników, to w przypadku ziemniaka zawierającego

mniejsze (10–12%) zawartości skrobi, otrzymuje się 50-55 kcal, a przy wyższej zawartości skrobi (16%) — ok. 80 kcal na 100g (Kunachowicz i in., 2010). Nawet w takim przypadku jest to 3 razy mniej niż pieczywo, prawie 5 razy mniej niż płatki kukurydziane i ponad 7 razy mniej niż czekolada (tab. 2). Wiadomo, że nadmiar kalorii w pokarmach może powodować odkładanie się tkanki tłuszczowej. Jak jednak wynika z wartości kalorycznej ziemniaka twierdzenie, jakoby był on produktem tuczącym jest nieprawdziwe.

Tabela 1

Zawartość głównych składników bulw ziemniaka konsumpcyjnego
Chemical composition of table potato (Leszczyński, 2000)

Składnik Component	Zawartość w % Content %
Sucha masa — Dry matter	16–22
Skrobia — Starch	10–16
Cukry ogółem — Total sugars	0,3–0,6
Białko ogółem — Total protein	1,7–2,3
Lipidy — Lipids	0,10–0,12
Związki mineralne — Ash	1,0–1,2
Błonnik pokarmowy — Dietary fiber	2,0–2,3

Tabela 2

Wartość energetyczna różnych produktów spożywczych
Energy value of some food products (Kunachowicz i in., 2010)

Produkt Product	Wartość energetyczna (kcal/ 100 g) Energy value
Jabłko — Apple	54
Mleko (3,2%) — Milk	62
Ziemniak — Potato	65
Kotlet schabowy — Pork loin chop	237
Wołowina — Beef	253
Pieczywo pszenne — Wheat bakery products	275
Płatki kukurydziane — Corn flakes	355
Chałwa — Halvah	530
Czekolada pełna — Plain chocolate	540
Orzechy włoskie — Walnuts	650

Organy człowieka i wszystkie jego procesy życiowe wymagają odpowiedniej ilości energii. Ilość ta, dla człowieka dorosłego, w zależności od grupy wiekowej, płci i charakteru pracy, waha się w granicach 2000–4500 kcal. W ok. 50–60% uzyskiwana jest ona z węglowodanów, a reszta z tłuszczy i białek.

Ziemniak jest produktem węglowodanowym, główny składnik jego suchej masy stanowi skrobia, która pod wpływem enzymów trawiennych (amylaz) rozkładana jest w przewodzie pokarmowym do glukozy, wchłanianej w dwunastnicy i jelicie cienkim. Glukoza jest podstawową substancją energetyczna niezbędną do życia. W trakcie jej spalania w organizmie, powstaje energia niezbędna do procesów życiowych. Mózg i krwinki czerwone korzystają z energii otrzymywanej wyłącznie z glukozy, a energii tej potrzeba im codziennie 820 kcal, do czego zużywa się ok. 200 g glukozy, co odpowiada

180 g skrobi (Biernat, Bronkowska, 2010). A tego węglowodanu dostarcza organizmowi m.in. ziemniak.

Skrobia zawarta w bulwach ziemniaka, w trakcie poddawanej przed spożyciem obróbce hydrotermicznej, ulega skleikowaniu. W tej formie jest praktyczne całkowicie i szybko trawiona. Powoduje to szybki wzrost stężenia glukozy we krwi. Miarą wielkości i szybkości gromadzenia się glukozy we krwi, wskutek strawienia węglowodanów jest Indeks Glikemiczny (IG). Jest to liczbowy wskaźnik porównania wzrostu stężenia glukozy we krwi po spożyciu 50 g węglowodanów zawartych w danym produkcie ze wzrostem stężenia glukozy po spożyciu 50 g czystej glukozy (przyjęte za 100) w tym samym czasie. IG wyższy od 70 uznaje się za wysoki, a poniżej 55 za niski. Ziemniak należy do grupy podwyższonego IG (Foster-Powelli i in., 2002), podobnie jak pszenna bagietka, płatki kukurydziane, czy ryż (tab. 3). Fakt ten ma swoje pozytywy oraz negatywy. Negatywne jest to, że szybki wzrost glukozy we krwi stwarza zapotrzebowanie na znaczną produkcję insuliny, co ma znaczenie zwłaszcza w przypadku chorych na cukrzycę. Pozytywne zaś jest to, że spożycie takiego produktu w krótkim czasie dostarcza organizmowi niezbędnej glukozy i energii. Istotna jest też wielkość Ładunku Glikemicznego (LG), wyliczonego na podstawie wartości Indeksu Glikemicznego i ilości zawartych węglowodanów w spożytej porcji produktu. Uwzględnia on zarówno ilość spożytych węglowodanów, jak i szybkość ich rozkładu i wchłaniania w organizmie, a więc z jego wartości wynika potencjalne stężenie glukozy we krwi i zapotrzebowanie na insulinę.

Tabela 3

Indeksy (IG) i Ładunki Glikemiczne (LG) wybranych produktów (Foster-Powell i in., 2002)
Glycaemic Index (IG) and Glycaemic Load (LG) of some products

Produkt Product	IG	Porcja (w g) Serving size (g)	LG
Daktyle suszone — Dates dried	103	60	42
Bagietka pszenna — Baguette, white	95	30	15
Ziemniak gotowany — Peeled, boiled potato	88	150	16
Piure ziemniaczane — Instant mashed potato	85	150	17
Płatki kukurydziane — Cornflakes	81	30	17
Ryż gotowany — Rice, long grain, cooking	75	150	23
Frytki ziemniaczane — French fries	75	150	22
Chleb pszenny — White-wheat-flour bread	70	30	10
Kasza jęczmienna — Whole-meal barley flour porridge	68	200	23
Ziemniak parowany — Steamed potato	65	150	18
Ziemniak pieczony — Baked potato	60	150	18
Płatki owsiane — Oat porridge	58	250	13
Chleb żytni — Whole-meal rye bread	58	30	8
Coca Cola — Coca Cola soft drinks	58	250	15
Spaghetti — Spaghetti boiled	57	180	27
Chipsy ziemniaczane — Potato chips	54	50	11
Czekolada mleczna — Milk chocolate	49	50	14
Sok z marchwi — Carrot juice	43	250	16
Sok jabłkowy — Apple juice	40	250	12
Jabłko — Apple	38	120	6
Mleko pełne — Milk, full-fat	27	250	3

W przypadku schłodzenia produktów poddanych obróbce termicznej, zawierających wskutek tego skleikowaną skrobię, następuje przemiana jej struktury. Proces ten nosi nazwę retrogradacji skrobi, w wyniku której ulęgająca jej część nie jest trawiona. Taka skrobia nosi nazwę skrobi opornej, a składa się na nią skrobia i produkty jej rozkładu nie wchłonięte w jelicie cienkim. Skrobia oporna w jelicie grubym ulega fermentacji przez prozdrowotne bakterie probiotyczne z rodzajów *Bifidobacterium* i *Lactobacillus*. Będąc dla nich pożywką, skrobia oporna stanowi prebiotyk (Leszczyński, 2004). Jest to jeszcze jeden argument świadczący o wartości żywieniowej ziemniaka, ważnego źródła skrobi.

Poza skrobią, w bulwach ziemniaka występują w niewielkich ilościach cukry — glukoza, fruktoza i sacharoza, łącznie do ok. 0,5%. Przy podwyższonej zawartości sumy cukrów (do ok. 1%), bulwy nabierają słodkiego smaku. Ziemniak zawierający większe ilości cukrów redukujących — glukozy i fruktozy w czasie ogrzewania ulega brunatnieniu w wyniku reakcji Maillarda. W bulwach ziemniaka występują też nierozpuszczalne substancje nieskrobiowe ziemniaka będące głównie składnikami ścian komórkowych (celuloza, hemicelulozy, ligniny itp.) Tworzą one tzw. błonnik pokarmowy w ilości do 2,3% masy bulw. Jest on odporny na działanie enzymów trawiennych, więc nie posiada wartości energetycznej. Jest jednak niezbędny w pożywieniu, „rozcieńczając" składniki odżywcze, co ułatwia dostęp do nich enzymów trawiennych. Poprawia również perystaltykę jelit, a także adsorbuje kwasy żółciowe oraz toksyczne metale ciężkie. Część z jego składników w jelicie grubym spełnia rolę prebiotyku dla mikroorganizmów probiotycznych.

W bulwie ziemniaka zawarte jest ok. 2% białka ogółem. Porównując to z zawartością białka w mięsie (16–21%), ilość ta jest niewielka. Również w wielu produktach roślinnych takich jak nasiona fasoli (ponad 21%), czy nawet mąka pszenna (ponad 10%) zawartość białka przewyższa ilość białka zawartego w ziemniaku (Kunachowicz i in., 2010). Jednakże białko ziemniaka odznacza się wysoką wartością odżywczą, najwyższą spośród wszystkich białek roślinnych. Zawiera ono wszystkie aminokwasy egzogenne w odpowiednich ilościach. Jest jedynym białkiem roślinnym o wartości porównywalnej z białkami pochodzenia zwierzęcego (tab. 4). W tabeli 4 zestawiono wielkości wskaźników biologicznych wartości kilku wybranych białek (Pęksa, 2003). Porównano wartości trzech wskaźników: WAO/CS (Wskaźnik Aminokwasu Ograniczającego — Chemical Score) zależnego od aminokwasu egzogennego, który w białku danego produktu występuje w najmniejszej ilości w porównaniu do wzorca białka i ogranicza wykorzystanie innych aminokwasów białka, WBB/BV (Wartość Biologiczna Białka- Biological Value) — wyrażonego jako procent substancji azotowych przyswojonych przez organizm oraz WBN/NPU (Wykorzystanie Białka Netto — Net Protein Utilization) — określającego ilość zatrzymanego azotu w organizmie młodych szczurów. Dzięki wysokiej wartości białka ziemniaczanego jego ilość niezbędna do utrzymania bilansu azotowego człowieka jest porównywalna z ilościami białka zwierzęcego. W przypadku białka całego jaja kurzego ilość ta wynosi 0,509 g na kg wagi ciała na dzień, białka ziemniaka 0,550, białka mleka 0,568, białka nasion fasoli 0,667, a białka pszenicy 0,901 (Lisińska, Leszczyński, 1989**).** Ze względu na znaczne spożycie ziemniaka na osobę w Polsce, białko w nim zawarte odgrywa istotną rolę w żywieniu.

Tabela 4

Porównanie wartości odżywczej różnych białek (Pęksa, 2003)
Comparison of nutritional value of different proteins

Białko produktu Type of protein	WAO/CS	WBB/BV	WBN/NPU
Ziemniak — Potato	57–69	65–94	60–73
Pszenica — Wheat	30–49	66	45–51
Soja — Soybean	42–48	64–80	61–64
Kazeina — Casein	54	80	67–72
Mięso wołowe — Beef	68,9	70–75	68–79
Mięso drobiowe — Poultry meat	59–63	77	68–77
Jajo kurze — Eggs	100	90–95	89–94

WAO/CS — Wskaźnik Aminokwasu Ograniczającego; Chemical Score
WBB/BV — Wartość Biologiczna Białka; Biological Value
WBN/NPU — Wykorzystanie Białka Netto — Net Protein Utilization

Obecne w bulwach ziemniaka tłuszcze odznaczają się korzystnymi właściwościami odżywczymi, w ich składzie zawarte są nienasycone kwasy tłuszczowe. Jednakże ze względu na znikomą zawartość związków tłuszczowych w bulwie (łącznie ok. 0,1%) nie mają większego znaczenia żywieniowego.

Bulwy ziemniaka zawierają ponad 1% związków mineralnych o szerokim składzie pierwiastkowym (tab. 5). Głównym ich składnikiem jest potas odgrywający ważną rolę w gospodarce jonowej i wodnej organizmu (Leszczyński, 1994). Spożycie 200 g ziemniaka pokrywa do 30% dziennego zapotrzebowania na ten pierwiastek (Leszczyński, 2012). Podczas gotowania ziemniaka w wodzie następują straty potasu do 33% jego zawartości (Burrowes, Ramer 2008). Strat tych nie ma w przypadku pieczenia ziemniaka. Spożywanie ziemniaka w ilości 200g pokrywa również częściowo zapotrzebowanie organizmu na molibden (do 100%), jod (20%), chrom (50%), selen (20%), fluor (15%), magnez (15%), żelazo (15%), miedź (12%) i fosfor (12%). Podczas gotowania ziemniaka następują pewne straty tych pierwiastków, które przechodzą do wywaru. (Bethke, Jansky, 2008).

Tabela 5

Zawartość składników mineralnych w bulwach ziemniaka (Lisińska, Leszczyński, 1989)
Mineral components content of potato tuber

Składnik Component	Zawartość Content
Potas — Potassium	200–900mg/100g
Fosfor — Phosphorus	27–147mg/100g
Magnez — Magnesium	10–52mg/100g
Żelazo — Iron	0,13–17mg/100g
Miedź — Copper	14–660µg/100g
Molibden — Molibdenium	6–190µg/100g
Chrom — Chromium	2–50µg/100g
Jod — Iodine	0,2–90µg/100g
Fluor — Fluorine	2–380µg/100g
Selen — Selenium	0,2–29µg/100g

Bulwy ziemniaka zawierają znaczne ilości witamin rozpuszczalnych w wodzie (tab. 6), natomiast niewielkie ilości witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (Leszczyński, 1994).

Tabela 6

Zawartość witamin rozpuszczalnych w wodzie w bulwach ziemniaka (Lisińska, Leszczyński, 1989)
Water-soluble vitamins content of potato tuber

Witamina Vitamin	Zawartość Content
C (kwas askorbinowy — ascorbic acid)	10–30 mg/100 g
B_1 (tiamina — thiamin)	24–180 µg/100 g
B_2 (ryboflawina — riboflavin)	7–200 µg/100 g
B_3 (niacyna — niacin)	360–3300 µg/100 g
B_5 (kwas pantotenowy — pantotenic acid)	190–320 µg/100 g
B_6 (pirydoksyna — pyridoxine)	130–420 µg/100 g
B_9 (kwas foliowy — folic acid)	6–50 µg/100 g
H (biotyna —biotin)	0,6 µg/100 g

Przypuszczalnie wiąże się to z niską zawartością związków tłuszczowych w bulwach. Spośród witamin rozpuszczalnych w wodzie, bulwy najwięcej zawierają witaminy C, głównie kwasu askorbinowego i nieco kwasu dehydroaskorbinowego. Dzięki temu, że jedną z cech jakościowych ziemniaka uwzględnianą przy hodowli i ocenie odmian konsumpcyjnych ziemniaka jest zawartość witaminy C, średnia jej ilość w bulwach jest stosunkowo znaczna, osiągając nawet 40 g/100 g (to jest tyle, co w truskawkach, a więcej jak w cytrynie). W czasie długotrwałego przechowywania ziemniaka (6–7 miesięcy) ilość ta może się zmniejszyć nawet do około połowy. Zabiegi przygotowania ziemniaka do obróbki termicznej takie, jak obieranie, czy krojenie również powodują straty zawartości witaminy C w ilości od kilku do kilkunastu procent (Rytel, Lisińska, 2007)**.** W trakcie obróbki termicznej, niezbędnej dla skleikowania zawartej w bulwach skrobi, ilość witaminy C w bulwie ulega dalszemu obniżeniu. Największe straty (do 40%) powstają w wyniku gotowania ziemniaka po włożeniu do zimnej wody, mniejsze, gdy wkłada się go do wrzątku, jeszcze mniejsze (średnio do 10%), w czasie gotowania w kuchence mikrofalowej (Kolenda, Pyryt, 2002). Niskie też straty witaminy C (ok. 20%) następują podczas gotowania po włożeniu go nie obranego do wrzątku (Grudzińska, 2012). Straty witaminy C podczas obróbki termicznej następują wskutek przechodzenia do roztworu i utleniania się kwasu L-askorbinowego do L-dehydroksyaskorbinowego, który ulega dalszemu utlenianiu z utratą aktywności biologicznej. Pomimo tych strat, ziemniak w Polsce (ale również w wielu innych krajach), ze względu na znaczne ilości w jakich jest spożywany, może być traktowany jako jedno z głównych źródeł zaopatrzenia ludności w witaminę C. Spożycie 200 g ziemniaka pokrywa dzienne zapotrzebowanie na witaminę C w ok. 50% (Leszczyński, 2012).

Obok witaminy C, w bulwach ziemniaka występują dość znaczne ilości witamin z grupy B pokrywających (przy spożyciu 200 g ziemniaka) częściowo zapotrzebowanie na nie organizmu ludzkiego w ilości od 10–25% (Leszczyński, 2012). Straty witamin z grupy B w czasie obróbki kulinarnej wynoszą, 5–30% (Leszczyński, 2000).

W bulwach ziemniaka występują związki fenolowe w ilościach 15–30 mg/100 g, a nawet powyżej 45 mg/100 g (Grudzińska, Zgórska, 2006). Większość z nich stanowią polifenole, z których najwięcej jest kwasu chlorogenowego. Fenole ziemniaka mają właściwości antyutleniające i posiadają zdolność do „zmiatania" wolnych rodników oraz

potencjalną aktywność antybakteryjną. Kwas chlorogenowy jest nieodporny na obróbkę termiczną. W czasie gotowania jego straty wynoszą do 65%, a pieczenie niszczy go całkowicie (Leszczyński,2000**).**

Obok składników stanowiących o walorach odżywczych i dietetycznych ziemniaka, jego bulwy, podobnie jak inne rośliny, zawierają również substancje antyżywieniowe (tab. 7). Spośród nich, jedne stanowią naturalne składniki bulwy, lub powstają naturalnie w wyniku zaburzeń metabolizmu rośliny, inne pochodzą z zanieczyszczonego środowiska.

Tabela 7

Zawartość substancji antyżywieniowych w bulwach ziemniaka (Leszczyński, 2000: Mozolewski i in., 2006)
Antinutrients content of potato tuber

Składnik Component	Zawartość Content
Glikoalkaloidy — Glicoalcaloids	2–12 mg/100 g
Azotany III (azotyny) — Nitrates III (Nitrites)	0–0,3 mg NO_2/100 g
Azotany V — Nitrates(V)	3–18 mg NO_3/100 g
Rtęć — Mercury	0,5 µg/100 g
Ołów — Lead	2–8 µg/100 g
Kadm — Cadmium	1,2–3,5 µg/100 g
Arsen — Arsenic	0,5 µg/100 g
Promieniotwórczy Cez 137 — Radioactive Caesium 137	0,63 bekereli/1000 g

Do naturalnych składników antyodżywczych należą m.in. inhibitory enzymów proteolitycznych, głównie trypsyny i chymotrypsyny. Hamują one enzymatyczny rozkład białek w procesie trawienia, zmniejszając ich wykorzystanie. Niektóre z tych inhibitorów odporne są na działanie wysokiej temperatury. Jednakże, ze względu na niewielkie ich ilości w bulwie ziemniaka, nie odgrywają one znaczącej roli, zwłaszcza przy właściwej obróbce termicznej zastosowanej podczas przygotowania ziemniaka do spożycia. (Leszczyński, 2000).

Bulwy ziemniaka zawierają glikoalkaloidy — chakoninę i solaninę, potocznie nazywane łącznie solaniną, w ilości 2–12 mg/100 g. Związki te składają się z terpenoidowego aglikonu — solanidyny oraz trzech cząsteczek cukrów prostych, w solaninie — galaktozy, glukozy i ramnozy, a w chaconinie – glukozy i dwóch cząsteczek ramnozy. Wzajemny stosunek ilościowy solaniny i chaconiny jest zmienny, zwykle jednak chaconiny jest dwa razy więcej niż solaniny. Oba te związki są silnymi truciznami, przy czym chaconina uchodzi za bardziej toksyczną. Ich dawka śmiertelna (LD_{50}) dla człowieka określona jest na 3–6 mg/kg ciężaru ciała, a w dawce 1–5 mg/kg mogą wywoływać objawy szkodliwego działania. Przy zawartości glikoalkaloidów większej od 11 mg/100 g w bulwie wyczuwalny jest cierpki smak (Leszczyński, 2000).

Zawartość glikoalkaloidów zależna jest od odmiany ziemniaka, więcej jest ich też w bulwach małych, niż w dużych (Wroniak, Mazurczyk, 2006**),** a także więcej przy niepełnej ich dojrzałości, niż zebranych w późniejszym terminie (Tajner i in., 2006)**.** Glikoalkaloidy w większości rozmieszczone są w skórce bulwy ziemniaka i w warstwie bezpośrednio pod nią. Szczególnie wysokie stężenie glikoalkaloidów jest w rejonie oczek, a zwłaszcza w kiełkach (nawet do 1000 mg/100 g). Dlatego podczas przygotowania ziemniaka do

spożycia należy usuwać kiełki. W wyniku obierania usuwa się 50–95% glikoalkaloidów. W miąższu bulwy są więc one zawarte na ogół w ilościach jednego do paru miligramów w 100 g. Dlatego nie stanowią one zagrożenia dla zdrowia człowieka.

Bulwy ziemniaka mogą zawierać azotany III (czyli azotyny), zwłaszcza w przypadku zanieczyszczenia środowiska np. przenawożenia gleby azotem. Azotany (III) są toksyczne, dopuszczalna ich dawka wynosi 0,2 mg/kg ciała człowieka, a trująca od 1,4 mg/kg. Mogą też reagować z aminami białek tworząc rakotwórcze nitrozoaminy. Jednakże ilości azotanów (III) w bulwach ziemniaka są śladowe rzędu 0,0–0,3 mg NO_2/100 g, a wyjątkowo do 1mg/100 g (Leszczyński, 2000), więc nie stanowią zagrożenia dla konsumenta. W bulwach ziemniaka podobnie, jak we wszystkich roślinach zawarte są pewne ilości azotanów (V). Nie są one toksyczne, ale mogą zostać zredukowane przez mikroflorę jelitową do wspomnianych wcześniej azotanów (III). Zawartość azotanów (V) w ziemniaku wzrasta wraz ze zwiększaniem dawek nawozów azotowych. Jednak nawet przy bardzo wysokich dawkach azotu (200 kg N/ha) stosowanych w doświadczalnej uprawie polskich odmian ziemniaka, zawartość azotanów (V) w bulwach wahała się od 1 do 9 mg NO_3/100 g (Trawczyński, 2012). Przy zbiorze wczesnym bulw jeszcze nie w pełnej dojrzałości i przy bardzo wysokich dawkach nawożenia azotem, bulwy tylko jednej polskiej i dwóch niemieckich odmian przekraczały zawartość 20 mg azotanów(V) (Wierzbicka, 2006). Ogólne przyjmuje się, że średnio bulwy ziemniaka zawierają 3–18 mg NO_3/100 g. Jest to wielokrotnie mniej niż dopuszczalne ich ilości w innych produktach roślinnych (tab. 8), np. w sałacie (200–450 mg NO_3/100 g), szpinaku (200–300 mg NO_3/100 g), buraku ćwikłowym (150 mg NO_3/100g), czy kapuście (75 mg NO_3/100 g) (Leszczyński, 2012).

Tabela 8

Dopuszczalne zawartości azotanów(V) w produktach roślinnych (Leszczyński, 2012)
Maximum nitrate(V) limit of some vegetable food

Produkt Product	Zawartość Content (mg NO_3/kg)
Sałata liściasta — Garden lettuce	2500–4500
Sałata lodowa — Iceberg lettuce	2000–2500
Szpinak — Spinach	2500–3000
Burak ćwikłowy — Red beet	1500
Kapusta — White cabbage, Fasola szparagowa — Green beans	750
Marchew — Carrot, Ogórek — Cucumber, Kalafior — Cauliflower	400
Pomidor — Tomato, Ziemniak — Potato	200
Warzywa dla niemowląt — Vegetables for sucking baby	200

W bulwach ziemniaka, największe stężenie azotanów(V) znajduje się w skórce i bezpośrednio pod nią. W czasie przechowywania ich zawartość zmniejsza się o 50%. Podczas obierania bulw zawartość azotanów (V) obniża się średnio o 24%, a w czasie gotowania ich ilość ulega dalszemu zmniejszeniu, średnio do 43% pierwotnej zawartości w surowcu (Zgórska, Grudzińska, 2004).

W bulwach ziemniaka występują pewne ilości metali ciężkich, przechodzące głównie z zawierającej je gleby, w różnym stopniu nimi zanieczyszczonej. Ich zawartości są na ogół

śladowe. Rtęć do niedawna była poniżej poziomu wykrywalności, obecnie przy nowoczesnych metodach analitycznych jej ilość określa się na ok. 0,5 µg/100 g. Ołów zawarty jest średnio w ilości ok. 8 µg/100 g (Leszczyński, 1994), przy czym w odmianach polskich 2–8 µg/100 g (Mozolewski i in., 2006). Ołów w bulwach ziemniaka w przeważającej części znajduje się w skórce i wraz z nią jest usuwany w trakcie obróbki kulinarnej. Kadm znajduje się w ziemniaku średnio w ilości ok. 3,5 µg/100 g i rozmieszczony jest równomiernie w całej bulwie (Leszczyński, 1994). W badaniach polskich odmian ziemniaka zawartość ta wynosiła tylko od 1,2 do 2,9 µg/100 g (Mozolewski i in., 2006). Ilości metali ciężkich w bulwach ziemniaka są mniejsze lub podobne do ich zawartości w innych produktach spożywczych (tab. 9). Np. ryby zawierają 6 do 14 razy więcej rtęci, w warzywach i podrobach może znajdować się 2 do 4 razy więcej ołowiu, kadmu w kaszy może być 2 razy, a w podrobach do 10 razy więcej niż w bulwach ziemniaka. Oprócz wymienionych metali ciężkich, w bulwach mogą znajdować się również śladowe ilości toksycznego arsenu (ok. 0,5 µg/100 g).

Tabela 9

Zawartości metali ciężkich w różnych produktach spożywczych (µg/100 g) (wyliczenia własne)
Heavy metal contents of some food products (µg/100 g)

Produkt Product	Rtęć Mercury	Ołów Lead	Kadm Cadmium
Ziemniak — Potato	0,5	2–8	1,2–3,5
Chleb — Bread	0,3–0,5	3–10	2–4
Kasza — Groats	0,4–0,5	8–18	4–10
Mięso — Meat	0,2–0,7	5–12	1–3
Podroby — Edible offals	1–2	16–20	6–40
Drób — Poultry	0,3–0,5	11–13	1–3
Ryby — Fish	3–7	7–11	2–4
Warzywa — Vegetables	0,3–0,5	8–30	0,5–7,0

Pierwiastki promieniotwórcze przedostają się do bulw ziemniaka w minimalnych ilościach, nawet przy dużym skażeniu nim gleby (Rocznik Statystyczny Rolnictwa, 2011, 2012). Zawartość promieniotwórczego Cezu 137 w bulwach ziemniaka po awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu były najmniejsze z wszystkich badanych produktów — 14 razy mniejsze niż w mięsie, 7 razy mniejsze niż w owocach, czy też 5 razy mniejsze niż w ziarnie zbóż (tab. 10). Większość tych śladowych zawartości pierwiastków promieniotwórczych zostaje usunięta podczas obróbki kulinarnej.

Tabela 10

Średnie roczne stężenie promieniotwórczego Cezu-137 w wybranych produktach spożywczych w bekerelach na kilogram (Bq/kg) (Rocznik statystyczny rolnictwa, 2011, 2012)
Average annual radioactive Cesium-137 concentration of some food products (Bq/kg)

Produkt Product	Rok Year	
	2010	1986
Mięso — Meat	0,83	16,4
Drób — Poultry	0,58	3,1
Ryby — Fish	1,00	6,3
Jaja — Eggs	0,43	2,4
Mleko — Milk	0,48	5,2
Zboże — Cereals	0,43	7,4
Owoce — Fruits	0,35	8,2
Warzywa — Vegetables	0,46	5,0
Ziemniak — Potato	0,63	1,2

Ziemniak nie kumuluje pestycydów, których pozostałości są w bulwach znacznie mniejsze niż w innych roślinach uprawnych. Przypuszczalnie wynika to z tego, że pestycydy nie rozpuszczają się w wodzie, a są rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych i związkach lipidowych, których to substancji ziemniak zawiera bardzo mało. Pozostałości insektycydów w bulwach ziemniaka są zazwyczaj śladowe rzędu mikrograma w 100 g, przy czym obróbka kulinarna powoduje znaczące zmniejszenie się ich zawartości. Pozostałości fungicydów, stosowanych po sprzęcie w celu zapobieżenia chorobom w przechowalni, są też bardzo małe (rzędu 0,1 mg/100 g) i ponad 95% ich ilości znajduje się w skórce i pod nią tak, że w trakcie obierania zostają usunięte niemal całkowicie. Gdy, w celu zapobieżenia kiełkowania bulw w przechowalni, stosowane są preparaty z grupy karbaminianów, ich pozostałości wynoszą kilka do kilkunastu miligramów w 100 g, przy czym 90–97% znajduje się w skórce, usuwanej w czasie obierania. W bulwach ziemniaka pozostałości herbicydów są w ilościach śladowych, wyjątkowo rzędu kilku miligramów w 100 g, w większości zawartych w skórce (Leszczyński, 2000).

W oparciu o przedstawione dane można stwierdzić, że ziemniak stanowi wartościowy produkt spożywczy o wysokich walorach żywieniowych. Jest on stosunkowo niskokaloryczny, zawiera pełnowartościowe białko oraz znaczne ilości niezbędnych witamin i składników mineralnych, a także potrzebny błonnik pokarmowy. Substancje antyżywieniowe ziemniaka, zarówno stanowiące normalne składniki bulw, jak i będące wynikiem zanieczyszczenia środowiska glebowego, zawarte są w bardzo niewielkich ilościach i w większości zlokalizowane są w skórce i bezpośrednio pod nią, dzięki czemu usuwane są podczas obróbki kulinarnej. Ziemniak nie przejawia też tendencji do kumulowania związków szkodliwych dla zdrowia, obecnych w zanieczyszczonym środowisku. Na tej podstawie ziemniak może być zaliczany do zdrowej żywności. Odpowiednio przygotowany do bezpośredniego spożycia jest pożywny i zdrowy.

Ziemniak jest nie tylko produktem spożywczym skierowanym do bezpośredniej konsumpcji po obróbce kulinarnej. Jest on również cennym surowcem przemysłowym. Przetwarzany jest on na ziemniaczane produkty spożywcze, przerabiany w krochmalni

celem uzyskania skrobi, a następnie jej przetworów oraz stosowany do otrzymywania alkoholu etylowego.

Ponad 900 tys. ton ziemniaka zużywa się w przemyśle przetwarzającym go na wyroby spożywcze o zróżnicowanym składzie chemicznym (Pęksa, 2008), cechach sensorycznych i wartości energetycznej (tab. 11). Produkuje się trzy rodzaje takich produktów: smażone, suszone i konserwowane. Wyroby smażone to głównie frytki i chipsy. Frytki stanowią produkt w postaci ziemniaka pokrojonego w słupki o długości ok. 7 cm i przekroju ok. 1×1 cm, blanszowane, (zanurzone na krótki czas w gorącej wodzie), osuszone, a następnie smażone w gorącym tłuszczu. Zawierają one 36–40% skrobi, 3,5–4,0% białka, 8–10% tłuszczu, 1,4–1,6% składników mineralnych oraz 43–47% wody. Podczas procesu technologicznego wyrobu frytek następuje obniżenie zawartości witaminy C o ok. 85%. **(**Rytel, Lisińska, 2007). Wartość energetyczna frytek wynosi 250–270 kcal. W czasie procesu technologicznego produkcji frytek zmniejszeniu ulega nie tylko zawartość witaminy C. Obniżeniu ulega również zawartość związków antyżywieniowych: glikoalkaloidów — solaniny o 93% i chaconiny o 96%, a także azotanów(V) o 94% (Rytel, 2010).

Tabela 11

Skład chemiczny i wartość energetyczna spożywczych produktów z ziemniaka (Lisińska, Leszczyński, 1989; Pęksa, 2008)

Chemical composition and energy value of potato products

Produkt Product	Woda Water %	Skrobia Starch %	Białko Protein %	Tłuszcz Fat %	Popiół Ash %	Kaloryczność Energy value kcal
Frytki French fries	43–47	36–40	3,5–4,0	8–10	1,4–1,6	250–270
Chipsy Potato chips	2,0	43–47	6–8	33–39	4,0–4,5	530–550
Kostka Diced potato	12	70	7	0,4	3,0	300–320
Płatki ziemniaczane Potato flakes	6–8	73	7	0,6–0,7	3,0	320–340

Chipsy są produktem otrzymanym z ziemniaka pokrojonego na cienkie plasterki o grubości ok. 1 mm, blanszowane, osuszone, a potem wysmażone w gorącym tłuszczu do wilgotności ok. 2% i chrupkiej konsystencji. Zawierają one 43–47% skrobi, 6-8% białka, 33–39% tłuszczu, 4–4,5% składników mineralnych oraz ok. 2% wody. W czasie produkcji chipsów 83–93% witaminy C ulega zniszczeniu (Rytel, Lisińska, 2007). Wartość energetyczna chipsów wynosi 530–550 kcal. W czasie produkcji chipsów znacznemu obniżeniu ulega zawartość substancji antyżywieniowych — glikoalkaloidów: solaniny o 81% i chaconiny o 83%, a także azotanów(V) o 91% (Rytel, 2010).

Podczas procesu smażenia produktów ziemniaczanych w wysokiej temperaturze (150–180°C) zachodzi reakcja Maillarda, w której aminokwasy i amidy reagują z grupami hydroksylowymi węglowodanów, głównie cukrów redukujących, w wyniku czego powstają różne produkty. Jednym z nich powstałym z reakcji cukrów redukujących z asparaginą są toksyczne akrylamidy. Ich zawartość w chipsach waha się w granicach 170–

3700 μg/kg, a we frytkach w granicach 200–12000 μ/kg. Na ich ilość w produkcie mają wpływ parametry technologiczne procesu produkcji, a zwłaszcza wysoka temperatura smażenia powoduje wzrost ich zawartości (Tajner, 2011).

Przemysłowo produkowane są dwa rodzaje suszy ziemniaczanych: z ziemniaka surowego oraz z ziemniaka ugotowanego.

Do pierwszej grupy należą kostka i grys, które są sporządzonymi z ziemniaka surowego i wymagają obróbki hydrotermicznej przed spożyciem. Kostkę otrzymuje się przez pokrojenie obranej bulwy w kostkę o boku 6 do 10 mm, blanszowanie i suszenie do wilgotności poniżej 12%. Grys otrzymuje się w wyniku zmielenia kostki. Tego rodzaju susze zawierają ok. 70% skrobi, ok. 7% białka i ok. 3% składników mineralnych. Kostka po poddaniu jej obróbce hydrotermicznej nabiera właściwości ugotowanego ziemniaka i stosowana jest do różnego rodzaju sałatek ziemniaczano-warzywnych. Grys stosowany jest jako składnik różnych produktów typu koncentratów takich jak placki ziemniaczane, knedle itp. Wartość energetyczna suszy wynosi 300–320 kcal. Podczas procesu technologicznego wyrobu suszy, znacznemu zmniejszeniu ulega zawartość witaminy C — o 96% **(**Rytel, Lisińska, 2007), ale także i glikoalkaloidów — ok. 12% (Rytel, 2010).

Płatki i granulat są produktami suszonymi z ziemniaka gotowanego. Posiadają zdolność do znacznej i szybkiej rehydratacji. Otrzymuje się je przez parowanie obranych, blanszowanych i rozdrobnionych bulw ziemniaka, a następnie wysuszenie rozparowanej masy na walcach (płatki), lub w suszarkach pneumatycznych i fluidyzacyjnych (granulat) do wilgotności 6–8%. Takie susze zawierają ok. 73% skrobi, ok. 7% białka, ok. 3% składników mineralnych i 0,6–0,7% substancji lipidowych (Lisińska, Leszczyński, 1989). W czasie produkcji suszy następuje obniżenie zawartości witaminy C o 85–95% **(**Rytel, Lisińska, 2007). Susze ziemniaczane stosowane są do domowego wytwarzania gotowego produktu ziemniaczanego typu piure, a także produktów mieszanych, np. kluski w proszku itp. Znajdują też zastosowanie w piekarstwie i przemyśle koncentratów spożywczych. Ich wartość energetyczna wynosi 320–340 kcal. Jednakże po zmieszaniu ich z wodą, gdy po rehydratacji nabierają cech ziemniaka ugotowanego, ich kaloryczność jest ok. czterokrotnie mniejsza, podobnego rzędu jak ziemniak gotowany.

Przetwory konserwowe to ziemniak sterylizowany w puszkach, lub słoikach. Jego zastosowanie oraz wartość odżywcza odpowiada w przybliżeniu użyciu i wartości ziemniaka gotowanego. Obecnie w Polsce nie jest produkowany.

W Polsce obecnie przerabia się rocznie do 700–800 tys. ton ziemniaka w przemyśle krochmalniczym. W trakcie procesu produkcyjnego z rozdrobnionych bulw ziemniaka wymywa się skrobię stanowiącą główny składnik ich suchej masy. Wymytą skrobię poddaje się rafinacji, a następnie odwadnia i suszy do wilgotności ok. 20%. Skrobia ziemniaczana zawiera ok. 20% wody i śladowe ilości białka i lipidów oraz ok. 0,5% substancji mineralnych. Jej wartość energetyczna wynosi ok. 320 kcal. Skrobia w stanie naturalnym znajduje zastosowanie w stosunkowo niewielkim stopniu. W większości przetwarzana jest ona na szereg produktów. Dzięki swojej wysokiej czystości chemicznej w porównaniu ze skrobią z innych surowców, zwłaszcza zbóż, skrobia ziemniaczana jest najlepszym surowcem do przerobu na otrzymywane z niej przetwory. Produktami przetwórstwa skrobi stosowanymi w żywności są hydrolizaty (maltodekstryny, syropy,

glukoza) oraz skrobie modyfikowane (krochmale modyfikowane). Przetwory skrobiowe różnią się zasadniczo składem chemicznym i właściwościami. W mniejszym stopniu zróżnicowana jest ich wartość energetyczna (tab. 12).

Tabela 12

Zawartość wody i wartość energetyczna przetworów skrobiowych. (wyliczenia własne)
Water content and energy value of starch products

Produkt Product	Zawartość wody (%) Water content (%)	Wartość energetyczna (kcal) Energy value (kcal)
Skrobia — Starch	20	320
Maltodekstryna — Maltodextrin	6	370
Syrop skrobiowy — Starch syrup	18–21	315–325
Glukoza krystaliczna — Crystalline glucose	9	360
Skrobia modyfikowana — Modified starch	10–20	300–350
Skrobia oporna — Resistant starch	15–20	170–240

Maltodekstryny są produktami „łagodnej" hydrolizy skrobi, najczęściej enzymatycznej, zagęszczeniu i wysuszeniu hydrolizatu na suszarce rozpyłowej do wilgotności ok. 6%. Ich wartość energetyczna wynosi ok. 370 kcal. Stosowane są jako dodatek głównie w cukiernictwie, piekarstwie i przemyśle koncentratów spożywczych, m.in. do produktów o obniżonej kaloryczności.

Syropy skrobiowe są produktami kwasowej lub enzymatycznej hydrolizy skrobi, zagęszczonymi do zawartości ok. 80% suchej masy, o różnym stopniu scukrzenia i o różnym składzie węglowodanowym (cukrów i oligosacharydów). Stosowane są powszechnie jako składnik wielu produktów przemysłu spożywczego, zwłaszcza cukierniczego. Zapobiegając krystalizacji sacharozy są niezbędnym składnikiem mas karmelowych i pomadkowych. Wartość energetyczna syropów wynosi ok. 320 kcal. Glukozę otrzymuje się przez całkowitą hydrolizę skrobi, przeważnie enzymatyczną, a następnie przez krystalizację z zagęszczonego roztworu. Stosuje się ją do różnych celów w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym, a także do otrzymywania izosyropów (syropów fruktozowo-glukozowych) i sorbitolu, stosowanych jako zamienniki sacharozy. Wilgotność glukozy krystalicznej nie przekracza 9%. Jej wartość energetyczna wynosi ok. 360 kcal.

Krochmale (skrobie) modyfikowane otrzymuje się przez modyfikacje struktury cząsteczki i właściwości skrobi przy użyciu czynników fizycznych i chemicznych. Wysuszone są do wilgotności 10–20% , w zależności od rodzaju preparatu. Stosowane we wszystkich gałęziach przemysłu spożywczego posiadają wartość energetyczną w granicach 300–350 kcal. Używa się ich nie więcej jak 20–50 g na kilogram produktu. Tak więc, ich kaloryczność w małym stopniu wpływa na wartość energetyczną produktu, w skład którego wchodzą. Dzięki zdolności chłonięcia dużych ilości wody powodują obniżenie kaloryczności gotowego wyrobu. Jedną z odmian skrobi modyfikowanych jest skrobia oporna o właściwościach prozdrowotnych, jako prebiotyk i posiadającą obniżoną do ponad 50% wartość energetyczną. Produktem ubocznym przemysłu krochmalniczego jest sok ziemniaczany, odwirowywany z miazgi rozdrobnionych bulw ziemniaka. Wykorzystywany jest on jako surowiec do otrzymywania pełnowartościowego białka

ziemniaczanego. Sok ten poddaje się zakwaszeniu i ogrzewaniu do temperatury powyżej 100°C, w wyniku czego następuje denaturacja i wytrącenie białka. Wydzielony i wysuszony do ok. 10% wilgotności preparat, zawiera ok. 80% białka w suchej masie. Nie posiada on zdolności rehydratacji i z tego powodu nie znajduje zastosowania w przemyśle spożywczym. Przeznaczany jest do mieszanek paszowych w żywieniu zwierząt gospodarskich. Wskutek procesów zachodzących w czasie denaturacji i wydzielania białka z soku, posiada ono niższą wartość odżywczą od białka zawartego w ziemniaku. Wydzielanie białka z soku ziemniaczanego nowymi metodami, opracowanymi na Wydziale Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, pozwala na uzyskanie preparatu białkowego wysokiej czystości, o znacznej zdolności do rehydratacji i o wysokiej wartości biologicznej (Pęksa, 2006). Próby zastosowania takiego preparatu białka w piekarstwie i przy wyrobie chrupek dały pozytywne wyniki.

Reasumując, można stwierdzić, że ziemniak jest wartościowym i zdrowym produktem nadającym się do bezpośredniej konsumpcji, dostarczającym znacznych ilości cennych składników, zwłaszcza witaminy C i potasu. Otrzymane z niego wyroby spożywcze są pożywne, a praktyczny brak w nich witaminy C i obniżona zawartość potasu są zrekompensowane znaczącym zmniejszeniem zawartości glikoalkaloidów i azotanów (V). Produkty smażone z ziemniaka zawierają wprawdzie stosunkowo znaczne ilości toksycznego akrylamidu, ale mało co mniejsze ilości tego związku zawarte są w spożywanym codziennie pieczywie, czy innych produktach zbożowych. Sprzeczne informacje dotyczące szkodliwości tej substancji i jej zawartości w żywności powodują brak wyznaczenia dopuszczalnego poziomu spożycia go przez ludzi. Żywność zawierająca akrylamid spożywana jest od wielu setek lat, dopiero od 10 lat zauważa się jego obecność. Prowadzone prace dotyczące możliwości obniżenia tworzenia akrylamidu w trakcie procesu produkcyjnego ograniczą potencjalną szkodliwość zawierających go produktów. Skrobia ziemniaczana jest najlepszym surowcem do produkcji hydrolizatów i skrobi modyfikowanych. Skrobie modyfikowane i maltodekstryny stosowane są w żywności m.in. jako zagęstniki i zamienniki tłuszczu co powoduje w znacznym stopniu obniżenie kaloryczności produktów. Otrzymane ze skrobi syropy są niezbędnym składnikiem wielu wyrobów, zwłaszcza cukierniczych, a glukoza stanowi produkt energetyczny stosowany w farmacji i odżywkach oraz jest surowcem do dalszego przerobu.

LITERATURA

Bethke P. C., Jansky S. H. 2008. The effects of boiling and leaching on the content of potassium and other minerals in potatoes. J. Food Sci. 75 (5), H80-H85.

Biernat J., Bronkowska M. 2010. Żywieniowa charakterystyka węglowodanów łatwo przyswajalnych zawartych w wyrobach cukierniczych. Przegl. Piek. Cukier. 60 (4): 48 — 51.

Burrowes J. D., Ramer N.J. 2008. Changes in potassium content of different potato varieties after cooking. J. Ren. Nutr. 18 (6): 530 — 534.

Foster-Powell K., Holt S.H.A, Brand-Miller J.C. 2002. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. Am. J. Clin. Nutr. 76: 5 — 56.

Grudzińska M. 2012. Jak poprawnie przygotować i gotować ziemniaki. Ziemniak Polski 22 (2): 40 — 43.

Grudzińska M. Zgórska K. 2006. Intensywność ciemnienia enzymatycznego, a zawartość związków fenolowych w różnych częściach bulw ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 585 — 591.

Kolenda H., Pyryt B. 2002. Jakość kulinarna nowych odmian ziemniaków w zależności od sposobu gotowania bulw. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 375 — 383.
Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B. 2010. Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa: 158 ss.
Leszczyński W. 1994. Ziemniak jako produkt spożywczy. Post. Nauk Rol. 41 (1):15 — 29.
Leszczyński W. 2000**.** Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. Żywność 7 Supl. 4 (25): 5 — 27.
Leszczyński W. 2004. Resistant Starch — classification, structure and production. Polish J. Food Nutr. Sci. 13/54 (SI 1): 37 — 48.
Leszczyński W. 2007. Historia ziemniaka. Ziemniak Polski 17 (4): 3 — 7.
Leszczyński W. 2012. Znaczenie ziemniaka jako produktu żywnościowego oraz w przetwórstwie przemysłowym. Ziemniak Polski 22 (1): 38 — 43.
Lisińska G., Leszczyński W. 1989. Potato science and technology. Elsevier Applied Science. London-New York: 391 ss.
Lubecka-Ziembińska J., Janiak W. 2012. Nowe odmiany ziemniaka. Ziemniak Polski 22 (2): 7 — 10.
Mozolewski W., Wieczorek J., Sienkiewicz S. 2006. Zawartość kadmu i ołowiu w ziemniakach uprawianych w województwie warmińsko-mazurskim. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 593 — 600.
Pęksa A. 2003. Białko ziemniaczane — charakterystyka i właściwości. Post. Nauk Rol. 50 (5): 79 — 94
Pęksa A. 2006. Ocena jakości preparatów białka ziemniaczanego otrzymanych w różnych warunkach technologicznych i ich przydatności w produkcji wyrobów ekstrudowanych. Z.N. AR Wroc. 533: 5 — 101.
Pęksa A. 2008. Wartość żywieniowa ziemniaka i jego przetworów na tle innych produktów spożywczych. Wieś Jutra 2 (115): 3 — 5.
Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2011. 2012, GUS Warszawa.
Rytel E. 2010. Wybrane substancje odżywcze i antyżywieniowe ziemniaka i zmiany ich zawartości podczas przetwarzania na produkty spożywcze. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 557: 43 — 61.
Rytel E., Lisińska G. 2007. Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka podczas gotowania i przetwarzania na produkty smażone i suszone. Żywność 6 (55): 186 — 197.
Tajner-Czopek A. 2011. Wpływ zabiegów technologicznych na właściwości frytek ziemniaczanych i zawartość akrylamidu. Wyd.. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu: 86 ss.
Tajner-Czopek A., Leszczyński W., Lisińska G., Prośba-Białczyk U. 2006. Zawartość glikoalkaloidów w ziemniakach w zależności od terminu zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 379 — 387.
Trawczyński C. 2012. Nawożenie azotem nowych odmian ziemniaka uprawianych na glebach lekkich. Ziemniak Polski 22 (2): 11 — 15.
Wierzbicka A. 2006. Zmienność wybranych cech jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka w zależności od nawożenia azotem i terminu zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511:175 — 187.
Wroniak J., Mazurczyk W. 2006. Odmianowe różnice zawartości glikoalkaloidów w zależności od przeciętnej masy bulw ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 189 — 195.
Zgórska K., Grudzińska M. 2004. Zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka po obróbce wstępnej i termicznej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 475 — 481.