

## WYMAGANIA JAKOŚCIOWE STAWIANE ZIEMNIAKOM PRZEZNACZONYM DO PRODUKCJI FRYTEK

### QUALITY REQUIREMENTS FOR POTATOES INTENDED FOR FRENCH FRIES

mgr inż. Agata Felczak  
Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny, Zakład Agrobiotechnologii  
ul. Raławicka 15-17, 75-620 Koszalin, e-mail: agata.felczakk@gmail.com

#### **Streszczenie**

*Pożądane cechy zewnętrzne: bulwy owalne do podłużnych, regularne, wielkości powyżej 5,5 cm, oczka bardzo płytkie do płytkich, miąższ barwy białej do ciemnożółtej, typ konsumpcyjny ogólnoużytkowy do lekko mączystego (B-BC); cechy wewnętrzne: zawartość skrobi 14-17%, cukrów redukujących 0,25%, sumy cukrów <1%, możliwie najmniejsze ciemnienie miąższu bulw surowych i słabe po ugotowaniu, mała podatność na ciemną plamistość poudarzeniową, dobra smakowość.*

**Słowa kluczowe:** frytki, przetwórstwo, wymagania jakościowe, ziemniak

#### **Abstract**

*Desired external characteristics: oval to oblong tubers, regular, more extended than 5.5 cm, very shallow to shallow eyes, white to dark yellow flesh, type for consumption, general use to slightly mealy (B-BC); internal features: starch content 14-17%, reducing sugars 0.25%, total sugars <1%, the lowest possible darkening of raw tuber flesh and weak after cooking, low susceptibility to dark blotch stains, good taste.*

**Keywords:** french fries, potato, processing, quality requirements

W ostatnich 20 latach produkcja ziemniaków w Polsce przeszła znaczną metamorfozę. Polski rynek ziemniaka upodobnił się do zachodniego, gdzie produkowane są odmiany dla konkretnego odbiorcy, a jakość jest dostosowana do kierunku użytkowania (Grudzińska 2012). Przetwórstwo spożywcze to sektor, który stawia zdecydowanie najwyższe wymagania dla surowca, jakim jest ziemniak. Jest to spowodowane tym, że od początku lat 90. XX w. wzrosło zapotrzebowanie na wyroby gotowe takie jak frytki, chipsy i płatki, a tym samym zwiększyła się konkurencyjność na rynku. Intensywny rozwój przetwórstwa ziemniaczanego przyczynił się do powstania wielu nowych lokali gastronomicznych oferujących dania typu fast food, których nieodłącznym elementem okazały się właśnie frytki (Zgórska 2010).

Podstawowe wymagania stawiane ziemniakom do produkcji frytek są takie same jak dla innych gałęzi przetwórstwa spożywczego. „Wartość technologiczna ziemniaka” to zbiór cech, które decydują o przydatności danej odmiany do przetwórstwa (Grudzińska 2016). Określenie to odnosi się do cech zewnętrznych i wewnętrznych bulwy, przy czym można wyróżnić:

- cechy zewnętrzne: kształt bulwy i jego regularność, osadzenie oczek, wady fizjologiczne i mechaniczne, choroby skórki;
- cechy wewnętrzne: kolor miąższu, typ kulinarny, smakowość, tendencja do ciemnienia miąższu (surowego i po ugotowaniu), skład chemiczny (ilość suchej masy, skrobi, cukrów po zbiorze i podczas przechowywania, cukrów redukujących), ciemna plamistość pouszkodzeniowa, odporność na choroby, wady miąższu bulw – rdzawa plamistość, pustowatość (Jabłoński 2008; Zgórska 2010, 2012).

Ziemniaki jako surowiec do przetwórstwa na frytki muszą mieć określony zestaw cech, pozwalający na produkcję frytek najwyższej jakości. Poczynając od cech zewnętrznych, takich jak np. kształt i długość bulw, a kończąc na cechach wewnętrznych, np. zawartości suchej masy w bulwie (Abdallah 2010; Barbaś, Sawicka 2011).

### Cechy zewnętrzne

Do produkcji frytek preferowane są bulwy owalne bądź podługne, określone według dwóch klas: powyżej 76 i powyżej 90 mm. Mimo dużej liczby odmian zarejestrowanych w Polsce tylko nieliczne odpowiadają tak rygorystycznym wymaganiom. Dlatego też w zakładach przetwórstwa używa się odmian uprawianych także w innych krajach Unii Europejskiej (np. w Holandii). Jedną z odmian o szczególnie korzystnych parametrach frytkowych jest Innovator, pochodząca właśnie z Holandii (Krzysztofik 2012).

Według danych z 2017 r. (Lenartowicz, Erlichowski 2017) spośród jadalnych odmian krajowych dwie (Finezja i Gawin) zalecane są do produkcji frytek, natomiast z zagranicznych – Amora, Asterix, Fresco, Innovator, Jurata, Victoria, Santana, Fontane i Russet Burbank.

Płytkie osadzenie oczek jest kolejną pożądaną cechą odmian służących do produkcji frytek, ponieważ wpływa korzystnie na atrakcyjny wygląd frytki po usmażeniu i zmniejsza straty powstające podczas obierania (Krzysztofik 2012). Właściwy typ konsumpcyjny ziemniaków przeznaczonych do produkcji frytek to średnio zwężły do lekko mączystego (Zgórska 2010).

### Cechy wewnętrzne

Cechy wewnętrzne bulw, czyli inaczej skład chemiczny, mają decydujący wpływ na jakość frytek. Norma regulująca dokładną ilość określonych substancji w bulwach została wycofana, dlatego też zakłady przetwórstwa spożywczego posługują się wewnątrzzakładowymi zaleceniami odnośnie do składu chemicznego ziemniaków (Zgórska 2005). Trzy główne czynniki kształtujące jakość bulw to zawartość suchej masy, skrobi i cukrów redukujących.

### Sucha masa

Bulwy, w których zawartość suchej masy jest większa, podczas procesu smażenia oddają mniej wody. Jest to korzystne zjawisko, ponieważ zwiększa wydajność produkcji. Minimalna zawartość suchej masy powinna wynosić 20% (Barbaś, Sawicka 2011). Zawartość suchej masy w ziemniaku jest istotnie skorelowana z zawartością skrobi: gdy zmienia się zawartość suchej masy, zmienia

się także zawartość skrobi (Grudzińska i in. 2015).

### Skrobia

Dla producentów frytek zawartość skrobi jest jedną z najważniejszych cech, ponieważ to ona decyduje o konsystencji i teksturze produktu finalnego. Zbyt duża zawartość powoduje niepożądane zmiany w wyglądzie frytki, jak również utratę sprężystości w procesie smażenia. Natomiast ilość poniżej określonego poziomu jest przyczyną zwiększonej podatności frytek na chłonięcie tłuszczu podczas smażenia. A więc zarówno niedobór, jak i nadmiar skrobi ma bezpośredni wpływ na pogorszenie jakości (Barbaś, Sawicka 2011). Do zabiegów technologicznych wpływających na cechy kształtujące teksturę należy blanszowanie i podsuszanie. Procesy te mają kolejno wpływ na pochłanianie ilości tłuszczu przez frytki i zwiększenie ilości suchej masy w krajance poprzez usunięcie nadmiaru wody (Zgórska 2010).

### Cukry redukujące

Poza skrobią w ziemniaku występują także inne cukry. Glukoza i fruktoza są cukrami

redukującymi wpływającymi na kolor frytek. Brunatnienie jest wynikiem reakcji Maillarda pomiędzy aminokwasami a cukrami redukującymi (Leszczyński 2012). Zapewnienie niskiej zawartości cukrów redukujących (do 0,25%), jak również równomierne ich rozmieszczenie w bulwie jest ważne, ponieważ pozwala uniknąć efektu „sugar-end”, czyli brunatnego koloru końcówek frytek (Zarzeczka i in. 2013). Zbyt wysoka zawartość cukrów powoduje również zmianę koloru całego wyrobu na ciemniejszy oraz pogorszenie smaku i zapachu, a dodatkowo może przyczynić się do zmniejszenia trwałości przechowalniczej produktu mrożonego (Zgórska 2010).

### Cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do produkcji frytek

Ziemniaki do produkcji frytek w większości powinny mieć podobne cechy jak ziemniaki do innych celów przetwórstwa spożywczego. Jest jednak zestaw cech szczególnie istotnych dla tego rodzaju przetwórstwa i zostały one przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1

**Cechy jakości ziemniaków przydatnych do produkcji frytek**

Cecha jakości	Warunki pożądane
Kształt bulw	owalne do podłużnych
Wielkość bulw	powyżej 5,5 cm
Głębokość oczek	bardzo płytkie do płytkich
Regularność kształtu	bardzo regularny do regularnego
Barwa miąższu	biała do ciemnożółtej, w zależności od technologii produkcji
Typ konsumpcyjny	ogólnoużytkowy – lekko mączysty (B-BC)
Zawartość skrobi	14-17%
Zawartość cukrów redukujących	0,25%
Zawartość sumy cukrów	<1%
Ciemnienie miąższu bulw surowych	możliwie najmniejsze
Ciemnienie miąższu bulw po ugotowaniu	słabe
Podatność na ciemną plamistość pouszkodzeniową	mała
Smakowitość	dobra

Źródło: Grudzińska, Mańkowski 2018; Zgórska, Smuga-Kogut 2014

Istotną cechą jakości w produkcji frytek jest również niewielka zawartość wody, gdyż zmniejsza to ilość energii potrzebnej do jej usunięcia, czyli odparowania (Pawlak 2012).

Dodatkowym wyzwaniem dla producentów ziemniaków są wymagania stawiane przez odbiorców, czyli docelowych producentów wyrobów ziemniaczanych. Są to:

przestrzeganie określonej technologii uprawy, ze szczególnym uwzględnieniem dawek nawozów i środków ochrony chemicznej, terminowy zbiór i dostarczenie plodów do przetwórcy, sprawdzenie barwy wyrobów gotowych na podstawie testów smażenia (Barbaś, Sawicka 2011; Abong, Kabira 2011).

### **Wartość odżywcza i substancje antyżywniowe decydujące o jakości ziemniaków przeznaczonych do produkcji frytek**

Pomimo nieustannego rozwoju gospodarczego i ciągle zmieniającej się mody badania wskazują, że to jednak ziemniak wciąż stanowi podstawę diety większości mieszkańców Polski (Nemś i in. 2015).

Wartość odżywcza ziemniaka w znacznej mierze wynika ze składu chemicznego. W jego skład wchodzi substancje istotne z punktu żywienia człowieka (skrobia, cukry redukujące, cukry ogółem, błonnik pokarmowy, białko, witaminy), a zawartość związków szkodliwych jest niska. Niska kaloryczność (50-90 kcal) i lekkostrawność również przemawiają na korzyść spożywania ziemniaków (Zarzecka i in. 2013).

### **Zawartość suchej masy**

Czynnikami determinującymi zmiany zawartości suchej masy w bulwach w okresie przechowywania są zachodzące w nich procesy fizjologiczne. Należą do nich transpiracja i oddychanie (Grudzińska 2016).

Oddychanie bulw jest procesem, który przebiega z różnym nasileniem w poszczególnych okresach. Bezpośrednim następstwem oddychania jest wzrost stężenia dwutlenku węgla w przechowalni, wzrost temperatury bulw i zmniejszenie zawartości suchej masy (Czerko 2010).

Transpiracja jest przyczyną pozornego wzrostu suchej masy. Im bardziej nasila się ten proces, tym mniej wody pozostaje w bulwie.

Czynnikami, które intensyfikują proces transpiracji, są: zbyt długi okres przechowywania, za niska wilgotność względna wewnątrz przechowalni, za wysoka temperatura powietrza w przechowalni, za wysoka temperatura bulw, niewłaściwe parametry powie-

trza dostarczanego w procesie wentylacji (Stark, Love 2003; Vreugdenhil 2015).

Utrzymanie odpowiednich warunków termiczno-wilgotnościowych (niska temperatura przechowywania i wysoka wilgotność względna powietrza) w przechowalni ma ogromne znaczenie w zmianach zawartości suchej masy w bulwach, ponieważ pozwala na ograniczenie wyżej wymienionych procesów (Grudzińska i in. 2015, Czerko 2016). Warunki te są zróżnicowane w zależności od odmiany i przeznaczenia ziemniaków, a także zmieniają się na każdym etapie przechowywania.

### **Zawartość skrobi**

Zawartość skrobi w bulwie ziemniaka stanowi od 60 do 80% składu suchej masy. To właśnie ta cecha decyduje o przydatności kulinarnej ziemniaka. Procesy fizjologiczne takie jak transpiracja i oddychanie oraz dojrzalność bulw i mikroklimat w przechowalni przyczyniają się do zmian zawartości suchej masy. Proporcjonalnie do wzrostu temperatury proces transpiracji intensyfikuje się, co z kolei sprzyja powstawaniu ubytków wody, a tym samym zwiększa się koncentracja suchej masy w bulwie. Jednak patrząc na to zjawisko z innej strony, w czasie przechowywania następują ciągłe przemiany węglowodanów, w których skrobia ulega rozkładowi na cukry proste (1 mg CO<sub>2</sub> rozkłada 0,614 mg skrobi) (Abong, Kabira 2011). Powstają wtedy ubytki skrobi, które po ok. 7 miesiącach mogą wynosić od 1,6 do 3,4% i mogą zależeć od dwóch czynników: temperatury przechowywania bulw i doboru właściwej odmiany (Czerko 2010).

Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka jadalnego wynosi ok. 12-16%, natomiast odmiany skrobiowe zawierają jej już od 18 do 27,5% (Sawicka i in. 2016). Jednak aby skrobia była przyswajalna i w pełni trawiona przez organizm człowieka, ziemniak musi zostać poddany obróbce termicznej (pieczenie, gotowanie, smażenie). Pod wpływem temperatury skrobia ulega skleikowaniu, dzięki czemu jest łatwo trawiona. Warto przy tym pamiętać, że podczas schładzania ugotowanych bulw ulega ona retrogradacji, przez co obniża się jej strawność. Należy również zauważyć, że to skrobia decyduje o

kaloryczności ziemniaka (70 kcal na 100 g) (Leszczyński 2012, Zarzecka i in. 2013).

### Zawartość cukrów redukujących

W ziemniakach poza skrobią w niewielkiej ilości występują także inne cukry, których suma nie przekracza 0,5% (Leszczyński 2012). Jeśli suma cukrów w bulwie jest podwyższona do ok. 1%, nabiera ona słodkiego smaku. Z kolei większa ilość cukrów redukujących w czasie ogrzewania powoduje nieenzymatyczne brunatnienie w wyniku reakcji Maillarda. Zarówno ciemnienie miąższu, jak i zmiana smaku ziemniaków nie są pożądane z punktu widzenia przemysłu spożywczego (Bienia i in. 2015, Zgórska 2012).

Monosacharydy (glukoza i fruktoza) są głównymi cukrami w ziemniaku i są cukrami redukującymi. Z kolei disacharydem nieredukującym jest sacharoza. Zbyt duża zawartość zarówno jednych, jak i drugich cukrów może spowodować niedopuszczenie danej partii bulw do przetwarzania (Vreugdenhil 2015).

Zawartość sacharozy i cukrów redukujących jest zależna od cech odmianowych, temperatury w czasie zbioru, stopnia dojrzałości oraz warunków termiczno-wilgotnościowych w czasie wegetacji i przechowywania (Czerko 2016). Cukry redukujące mają wpływ na ciemnienie ziemniaków poddanych procesowi smażenia. Do zwiększenia ich zawartości w bulwie przyczyniają się następujące czynniki: duża początkowa zawartość cukrów w bulwie, długi okres przechowywania, niewłaściwe parametry wilgotnościowo-temperaturowe w przechowalni, nieodpowiednie oświetlenie podczas przechowywania (Stark, Love 2003).

### Zawartość witaminy C

Wbrew ogólnemu przekonaniu nie tylko cytryna jest cennym źródłem witaminy C, ale również ziemniak. Zawiera 10-30 mg/100 g kwasu askorbinowego w świeżej masie (Kunachowicz i in. 2016). O ilości witaminy C w ziemniaku decydują głównie warunki pogodowe w czasie wegetacji. Najwięcej kwasu askorbinowego bulwa zawiera zaraz po zbiorze, natomiast po okresie przechowywania ta ilość może zmniejszyć się nawet o 50% (Krzewińska, Michałowska 2014). Badania dowodzą, że utrzymywanie niższej tempera-

tury w przechowalni (ok. 4°C) gwarantuje mniejszy ubytek tego składnika (Czerko 2013).

Procesy termiczne również powodują straty witaminy C, z tym że gotowanie w wodzie największe, 50%, natomiast pieczenie, gotowanie na parze i obróbka termiczna w kuchence mikrofalowej – średnio o 30% (Zgórska 2012). Witamina C ma wiele zalet, ponieważ jest jednym z najsilniej działających przeciwutleniaczy rozpuszczających się w wodzie. Ponadto neutralizuje aktywność wolnych rodników, które tworzą się w żywności w momencie poddawania jej takim procesom jak wędzenie, smażenie i przechowywanie. Spożycie 200 g ziemniaków zaspokaja 50% dziennego zapotrzebowania na witaminę C (Czerko 2012).

### Związki azotowe

Związki azotowe to inaczej białko ogółem występujące w bulwie ziemniaka w ilości ok. 2%. Białko ziemniaka cechuje się najwyższą wartością odżywczą spośród innych białek roślinnych, dlatego przyrównywane jest do białka zwierzęcego (np. jaja kurzego). Zawiera aminokwasy egzogenne – m.in. lizynę, fenyloalaninę, treoninę – które nie są syntetyzowane przez organizm ludzki (Leszczyński 2012, Zarzecka i in. 2013, Bienia i in. 2015).

### Związki lipidowe

Ilość tłuszczu w ziemniaku nie ma znaczenia z punktu widzenia jego wartości żywieniowej, ponieważ wynosi jedynie 0,1%. Jednak to właśnie decyduje o niskiej wartości energetycznej ziemniaka. Ponadto w jego składzie znajdują się również nienasycone kwasy tłuszczowe (Leszczyński 2012).

### Błonnik pokarmowy

Błonnik, czyli nieskrobiowe substancje nierozpuszczalne w wodzie (celuloza, hemiceluloza, pektyny, lignina), znajdujący się w składzie bulw ziemniaka w ilości 2,0-2,5% jest istotny z dietetycznego punktu widzenia. To dzięki niemu składniki odżywcze ulegają „rozcieńczeniu” i enzymy trawienne mają do nich łatwiejszy dostęp. Warto również nadmienić, że błonnik poprawia perystaltykę jelit i powoduje uczucie sytości oraz adsorbuje

metale ciężkie i kwasy żółciowe (Rytel 2010, Zarzecka i in. 2013).

### **Składniki mineralne**

W bulwach ziemniaka znajduje się ok. 1% związków mineralnych, a w największej ilości występuje potas, który stabilizuje pracę serca i obniża ciśnienie tętnicze. Potas wraz z wapniem i magnezem neutralizuje zakwaszające działanie innych substancji. Z kolei magnez usprawnia przemianę materii i osłabia uczucie zmęczenia i stresu. Spożywanie ziemniaków pokrywa także częściowo zapotrzebowanie na inne pierwiastki, a także dostarcza witamin, m.in. B1, B2, B6 (Leszczyński 2012, Bienia i in. 2015).

Większość najcenniejszych składników żywieniowych (witamin i pierwiastków) znajduje się bezpośrednio pod skórką ziemniaka, dlatego sposób przygotowania i obróbki ma znaczny wpływ na wartość żywieniową ziemniaka (Zarzecka i in. 2013).

Obok komponentów tworzących wartość odżywczą w bulwach znajdują się również substancje niepożądane i toksyczne. Część z nich stanowi naturalny skład bulwy, pozostałe przedostają się z zanieczyszczonego środowiska. Należą do nich glikoalkaloidy, azotany, metale ciężkie i pierwiastki promieniotwórcze.

### **Glikoalkaloidy**

Jednym z naturalnych związków toksycznych, które znajdują się w ziemniakach, są glikoalkaloidy,  $\alpha$ -czakonina i  $\alpha$ -solanina. Ich wysoka zawartość jest niepożądana ze względu na szkodliwość dla ludzi i zwierząt. Największe stężenie tych związków występuje w skórce i bezpośrednio pod nią, a także w okolicach oczek i kielkach (Rytel 2010). Za bezpieczną granicę ilości tej substancji uznano 100 mg/kg świeżej masy. O zawartości glikoalkaloidów decydują takie czynniki jak: stopień dojrzałości bulw, warunki w czasie wegetacji, uszkodzenia mechaniczne (obicia, otarcia), dobór temperatury powietrza w czasie przechowywania, dobór oświetlenia (Rytel i in. 2013)

Jednak to właśnie w procesie przechowywania ilość tego szkodliwego składnika może wzrosnąć. Jest to związane z uaktywnieniem syntezy TGA, która następuje na skutek urazów mechanicznych i kontaktu ze

światłem. Oba te czynniki występują jednocześnie, ponieważ z chwilą opuszczenia przechowalni ziemniaki są myte, sortowane i pakowane, co może sprzyjać powstawaniu uszkodzeń mechanicznych. Jednocześnie właśnie wtedy trafiają do przetwórstwa, są wystawione na działanie światła. Ziemniaki kierowane do przetwórstwa spożywczego, a w szczególności do produkcji fast foodów, są poddawane zabiegom, które w różny sposób wpływają na zawartość glikoalkaloidów w produkcie końcowym (frytki, chipsy) (Rytel i in. 2013, Wierzbicka 2014). Dlatego też partie ziemniaków wykazujące wysoki poziom tych związków nie są wykorzystywane w przetwórstwie spożywczym, w tym w produkcji frytek.

### **Azotany**

Azotany(V) występują w bulwach ziemniaka tak jak we wszystkich roślinach. Nie są one szkodliwe dla człowieka, jednak pod wpływem mikroflory jelitowej mogą być redukowane do azotanów(III), czyli azotynów. Azotyny mogą również przedostać się do bulw ze środowiska zewnętrznego, a główną przyczyną są zbyt duże dawki nawozów azotowych. Maksymalną dawką dla człowieka jest 1,4 mg/kg ciała. Nie stanowią więc zagrożenia dla konsumenta, ponieważ ich wartość w bulwie to maksymalnie 0,3 mg  $\text{NO}_2/100$  g (Zgórska 2012, Bienia i in. 2015).

### **Metale ciężkie, pierwiastki promieniotwórcze**

Metale ciężkie przedostają się do bulw głównie z gleby. W szczególności jeśli gleba jest silnie zanieczyszczona, ziemniaki mogą pochłaniać większe ilości metali ciężkich. Jednak ich ilość jest znikoma, stanowi tysięczne części miligrama na 100 g. Podobnie jeśli chodzi o zawartość pierwiastków promieniotwórczych – ich znikoma ilość znajduje się na granicy wykrywalności (Leszczyński 2012).

Spożywanie ziemniaków nie grozi również dostarczeniem do organizmu pozostałości chemicznych środków ochrony roślin. Pesticydy dostępne na dzisiejszym rynku w większości nie rozpuszczają się w wodzie, a jedynie w tłuszczach i rozpuszczalnikach organicznych. Bulwy nie kumulują pozostałości po chemicznych środkach ochrony, ponie-

waż ilość związków lipidowych w ich składzie jest zbyt niska (Wierzbicka 2014, Zarzecka i in. 2013).

### Ciemnienie

Barwa miąższu jest cechą odmianową ziemniaka. Wyróżniamy barwę białą, kremową i żółtą (również odcienie pośrednie). Bulwy mają skłonność do ciemnienia enzymatycznego. Przepołowienie ich powoduje, że zmienia się zabarwienie surowego miąższu: najpierw na kolor różowy, następnie brunatny, a na końcu szaroczarny. Dzieje się tak, ponieważ dostęp tlenu powoduje aktywację enzymu oksydazy polifenolowej, która uwalnia zawarte w bulwie związki fenolowe (Leszczyński 2012, Zgórska 2013).

Jednym z kryteriów doboru odmiany ziemniaka do produkcji frytek jest właśnie mała podatność miąższu surowego na ciemnienie. Jest to związane z długością procesu technologicznego wytwarzania frytek. Materiał, który został rozdrobniony przed obróbką cieplną, może ulegać enzymatycznemu szarzeniu (Czerko 2013, Zgórska 2010).

Miąższ bulw ma tendencję do ciemnienia również po ugotowaniu. Zjawisko zwane jest również ciemnieniem chemicznym i wynika z nieenzymatycznego utleniania jonów żelaza Fe(II) do Fe(III). Powoduje to zmianę zabarwienia miąższu na szare, ale w żaden sposób nie wpływa na wartość żywieniową, obniża tylko walory estetyczne (niekorzystna barwa produktów poddanych obróbce termicznej, m.in. frytek wstępnie podsmażanych). Dodanie kwasu askorbinowego i cytrynowego ogranicza ten proces (Zgórska 2012).

### Ciemna plamistość pouszkodzeniowa (CPP)

Rozwój rolnictwa ma wpływ na produkcję ziemniaków, ponieważ w znacznym stopniu ułatwia chociażby ich zbiór. Jednakże postęp mechanizacji niesie za sobą również negatywne konsekwencje. Jedną z nich jest większe narażenie bulw na uszkodzenia. O ile widoczne uszkodzenia mechaniczne, takie jak otarcia, pęknięcia, okaleczenia, są stosunkowo łatwe do wyeliminowania w procesie sortowania, o tyle bardziej problematyczne są urazy wewnętrzne. Początkowo nie dają one żadnych objawów, są mało widocz-

ne. Dopiero po obraniu można zlokalizować niebieskoszarawe lub ciemniejsze przebarwienia miąższu znajdujące się tuż pod perydermą, oznaczające ciemną plamistość pouszkodzeniową (Hara-Skrzypiec 2011, Zgórska 2013). Jest ona wynikiem destrukcji ściany komórkowej, ponieważ następuje wtedy uwolnienie enzymów hydrolitycznych (peroksydazy i fenylooksydazy), które katalizują reakcję ciemnienia. Powstają wówczas związki fenolowe – tyrozyna, która utlenia się do chinonów. Uszkodzenie komórki lub niesprzyjające warunki środowiska są przyczyną polimeryzacji chinonów do melanin zabarwionych na ciemny kolor. Badania dowodzą, że to czynniki genetyczne mają istotny wpływ na powstawanie ciemnej plamistości pouszkodzeniowej, dlatego należy zwrócić uwagę na właściwy dobór odmian mało podatnych na CPP (Grudzińska i in. 2015).

### Literatura

- 1. Abdallah H. M. S. 2010.** Some Quality Characteristics of Potato Chips and French Fries as Function of Storage Period and Processing Conditions. Faculty of Post Graduate Studies. Alzaiem Alzari University 48-52;
- 2. Abong' G. O., Kabira J. N. 2011.** Suitability of three newly released kenyan potato. – African J. Food Agric. Nutr. Dev. 6: 5266-5281;
- 3. Barbaś P., Sawicka B. 2011.** Zależność jakości frytek od składu chemicznego bulw ziemniaka w ekologicznym i integrowanym systemie uprawy. – Nauka Przyr. Technol. 5: 1-18;
- 4. Bienia B., Sawicka B., Krochmal-Marczak B., Betlej I., Skiba D. 2015.** Ziemniak jako źródło składników odżywczych. [W:] II Międzynar. Konf. Rośliny zielarskie, kosmetyki naturalne i żywność funkcjonalna. Krosno, 6-7 maja 2015. PWSZ Krosno: 190-192;
- 5. Czerko Z. 2012.** Technologia przechowywania oraz ograniczanie strat ilościowych i jakościowych podczas przechowywania. [W:] Produkcja i rynek ziemniaka. Red. nauk. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 287-300;
- 6. Czerko Z. 2016.** Technika i technologia przechowywania ziemniaków. Monogr. Rozpr. Nauk. 50. IHAR-PIB Radzików: 135 s.;
- 7. Czerko Z. 2010.** Straty ilościowe ziemniaków podczas przechowywania w różnych warunkach termiczno-wilgotnościowych. – Ziemn. Pol. 3: 42-47;
- 8. Czerko Z. 2013.** Ocena trwałości przechowalniczej odmian ziemniaka. – Ziemn. Pol. 2: 46-51;
- 9. Grudzińska M. 2012.** Wpływ warunków atmosferycznych i przechowalniczych na cechy technologiczne ziemniaka w produkcji frytek i chipsów. – Biul. IHAR 265: 137-148;
- 10. Grudzińska M. 2016.** Trwałość przechowalnicza wybranych odmian ziem-

- niaka przechowywanych w temperaturze 5°C. – Ziemn. Pol. 3: 51-55; **11. Grudzińska M., Mańkowski D. 2018.** Straty masy surowca w procesie smażenia frytek ziemniaczanych w zależności od odmiany. – Agron. Sci. 73(1): 51-61; **12. Grudzińska M., Czerko Z., Zgórska K., Borowska-Komenda M. 2015.** Wpływ intensywności ciemnienia enzymatycznego na powstanie ciemnej plamistości poudzierzeniowej w zaawansowanych materiałach hodowlanych ziemniaka po długotrwałym przechowywaniu. – Acta Agroph. 22: 129-138; **13. Hara-Skrzypiec A. 2011.** Czynniki wpływające na formowanie ciemnej plamistości poudzierzeniowej bulw ziemniaka – Post. Nauk Rol. 2: 43-53; **14. Jabłoński K. 2008.** Nowoczesna uprawa ziemniaków. PMHZ Strzegęcino; **15. Krzewińska A., Michalowska D. 2014.** Ziemniak na talerzu – ile o nim wiemy? – Ziemn. Pol. 2: 54-58; **16. Krzysztofik B. 2012.** Parametry jakościowe ziemniaka oferowanego do przetwórstwa spożywczego. – Biul. IHAR 266: 225-234; **17. Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B. 2016.** Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wyd. 6. PZWL Warszawa; **18. Lenartowicz T., Erlichowski T. 2017.** Nowe odmiany ziemniaka 2017. – Ziemn. Pol. 2: 4-8; **20. Leszczyński W. 2012.** Żywieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych. – Biul. IHAR: 266: 5-20; **19. Nemš A., Miedzianka J., Pęksa A., Kita A. 2015.** Zawartość związków prozdrowotnych w ziemniakach odmian o różnej barwie miąższu. – Bromat. Chem. Toksykol. XLVIII 3: 473-478; **20. Pawlak A. 2012.** Kierunki w hodowli nowych odmian ziemniaka. [W:] Produkcja i rynek ziemniaka. Red. nauk. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 77-87; **21. Rytel E. 2010.** Wybrane substancje odżywcze i antyżywniowe ziemniaka i zmiany ich zawartości podczas przetwarzania na produkty spożywcze. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 557: 43-61; **22. Rytel E., Nemš A., Kułakowska K. 2013.** Wpływ temperatury podsuszania na zawartość glikoalkaloidów i azotanów(V) podczas laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaków gotowanych. – Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 1: 191-203; **23. Sawicka B., Noema A. H., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Barbaś P. 2016.** Wartość odżywcza bulw ziemniaka w warunkach stosowania bioregulatorów wzrostu. [W:] Bioprodukty – pozyskiwanie, właściwości i zastosowanie w produkcji żywności. Red. G. Lewandowicz, J. Le Thanh-Blicharz. UP Poznań: 65-73; **24. Stark J. C., Love S. L. 2003.** Potato Production Systems. Univ. Idaho: 426 s.; **25. Vreugdenhil D. 2015.** Potato biology and biotechnology. Wageningen Univ. Res. Centre Wageningen, Elsevier; **26. Wierzbička A. 2014.** Skład chemiczny bulw ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. – Ziemn. Pol. 3: 24-29; **27. Zarzecka K., Gugala M., Zarzecka M. 2013.** Ziemniak jako dobre źródło składników odżywczych. – Post. Fitoter. 3: 191-194; **28. Zgórska K. 2005.** Zmiany cech technologicznych bulw ziemniaka w czasie przechowywania – Ziemn. Pol. 4: 26-28; **29. Zgórska K. 2010.** Jakość frytek wyprodukowanych w warunkach przemysłowych i domowych. – Ziemn. Pol. 1: 1-6; **30. Zgórska K. 2012.** Ziemniak – surowiec do produkcji żywności wygodnej i minimalnie przetworzonej. [W:] Produkcja i rynek ziemniaka. Red. nauk. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 324-333; **31. Zgórska K. 2013.** Ciemna plamistość pouszkodzeniowa miąższu bulw ziemniaka (CPP). – Ziemn. Pol. 3: 34-40; **32. Zgórska K., Smuga-Kogut M. 2014.** Jak ograniczyć zawartość tłuszczu we frytkach ziemniaczanych. – Ziemn. Pol. 1: 38-42

