

INTENSYWNOŚĆ CIEMNIENIA ENZYMATYCZNEGO A ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH W RÓŻNYCH CZĘŚCIACH BULW ZIEMNIAKA

Magdalena Grudzińska¹, Kazimiera Zgórska²

¹ Katedra Biotechnologii Żywności, Politechnika Koszalińska w Koszalinie

² Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa,

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie

Wstęp

Mechanizm ciemnienia miąższu bulw jest powszechnie znany i opisywany w literaturze [SWAIN i in. 1963; MUNET 1981; ZGÓRSKA, FRYDECKA-MAZURCZYK 1985; LESZCZYŃSKI 1994, 2000].

Ciemnienie miąższu ziemniaka surowego spowodowane jest działaniem enzymu oksydazy difenolowej. Katalizuje ona utlenianie związków fenolowych zawartych w bulwie, głównie aminokwas tyrozynę i kwasy fenolowe (kwas chlorogenowy i kwas kawowy), które następnie ulegają nieenzymatycznym reakcjom polimeryzacji i tworzą barwne związki melaninowe.

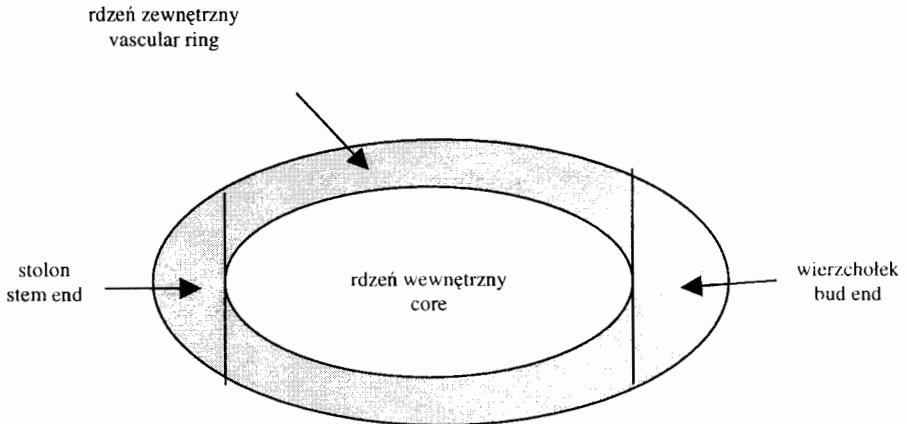
Według HAMANA i KONSTANKIEWICZ [2000] tkanki bulw ziemniaka mają niejednorodną budowę. Rozkład składników chemicznych, w tym i związków fenolowych w poszczególnych częściach bulw, jest nierównomierny [PRITCHARD, SCANLON 1997]. Prowadzi to w konsekwencji do nierównomiernego ciemnienia enzymatycznego miąższu bulw ziemniaka. Konieczne jest więc prowadzenie badań nad indywidualnymi cechami bulw oraz rozmieszczeniem poszczególnych składników w tkankach

Celem prowadzonych badań było określenie zależności między intensywnością ciemnienia enzymatycznego a zawartością związków fenolowych w różnych częściach bulw ziemniaka.

Materiał i metody

Materiałem do badań było 14 odmian ziemniaka, które pochodziły z pola doświadczalnego Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie. Po zbiorze bulwy ziemniaka odmian: Triada, Agria, Kuba, Saturna, Karatop, Innowator, Andromeda, Gracja, Asterix, Romula, Cykada, Delikat, Zeus, Danusia przechowywano w warunkach kontrolowanych (temperatura 6°C, wilgotność względna

powietrza 95%). Po 3 miesiącach przechowywania pobierano 10 kg próby z każdej odmiany. Następnie bulwy dzielono na 4 części (stolon, wierzchołek, rdzeń zewnętrzny, rdzeń wewnętrzny). Na rysunku 1 przedstawiono sposób pobierania prób z poszczególnych części bulwy.



Rys. 1. Pobierania prób z bulw ziemniaka
Fig. 1. Tissue sampling procedure

Próby rozdrabniano i oznaczano w nich zawartość związków fenolowych [MAPSON i in. 1963] oraz intensywność ciemnienia enzymatycznego metodą subiektywną (duńska skala barwna, skala 1–9) i metodą obiektywną przy użyciu chromatometru Minolta-CR 300 w następujących odstępach czasowych: 30, 60, 180 i 240 minutach. Wyniki otrzymane z oznaczenia barwy wyrażono współczynnikiem jasności *L (0 – czern, 100 – biel)

Istotność wpływu badanych czynników na analizowane cechy określono przy zastosowaniu analizy wariancji. Do obliczenia najmniejszej istotnej różnicy (NIR) zastosowano test t-Studenta na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Do obliczenia korelacji posłużono się analizą wariancji w regresji.

Wyniki i dyskusja

Z przeprowadzonych analiz wynika, że największą zawartością związków fenolowych charakteryzowała się część stolonowa ($49,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy), natomiast najmniejszą wierzchołek bulwy ($45 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy), rys. 2, jednakże nie wykazano istotnych różnic w zawartości związków fenolowych w różnych częściach bulw.

W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiaru intensywności ciemnienia enzymatycznego bulw ziemniaka w różnych jego częściach. Badania wykazały, że niezależnie od czasu pomiaru poszczególnych partii bulw najszybciej ciemniała część stolonowa.

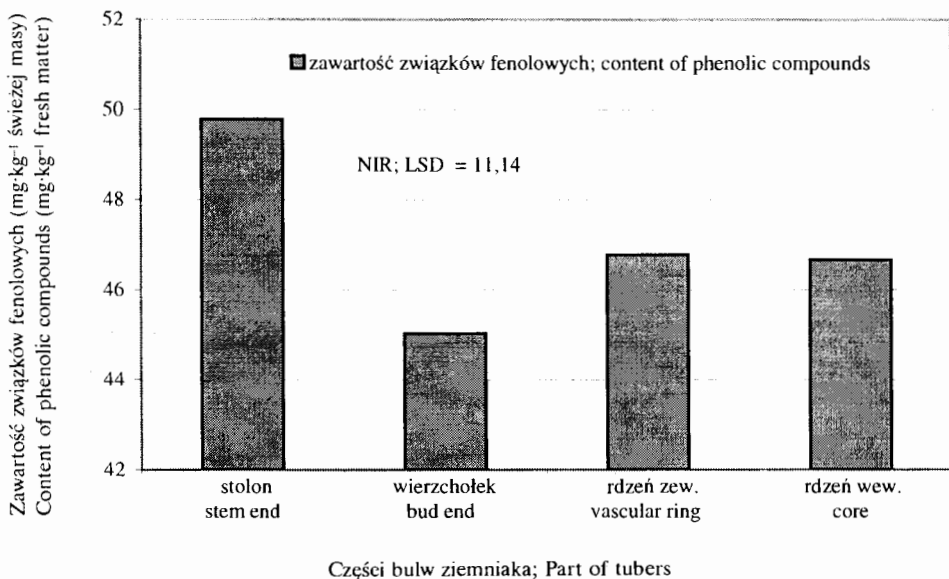
Tabela 1; Table 1

Pomiar intensywności ciemnienia enzymatycznego (metoda obiektywna, wartości „L”) bulw ziemniaka w różnych jego częściach

The measurement of intensity of enzymic darkening (the objective method, „L” value) in different parts of potato tubers

Części bulwy Part of tubers	Czas pomiaru; Time of measurement Time of measurement				Średnia Mean
	30 min	60 min	180 min	240 min	
Stolon Stem end	47,33	42,19	36,37	33,63	39,88
Wierzchołek Bud end	49,09	45,09	39,63	38,26	43,01
Rdzeń zewnętrzny Vascular ring	48,99	44,40	39,02	37,01	42,35
Rdzeń wewnętrzny Core	57,09	50,59	41,36	37,34	46,59
NIR; LSD* P = 0,05	5,25	5,31	5,40	5,35	–
Średnia Mean	50,44	45,51	38,97	36,38	–
NIR; LSD** P = 0,05	3,71				9,80

NIR; LSD* części bulw; parts of tubers
NIR; LSD** czas pomiaru; time of measurement



Rys. 2. Średnia zawartość związków fenolowych w różnych częściach bulw ziemniaka
Fig. 2. Mean content of phenolic compounds in different parts of potato tubers

Po 30 i 60 minutach od rozdrobnienia zauważono istotne różnice w intensywności ciemnienia enzymatycznego w części rdzenia wewnętrznego. Miążga z rdzenia wewnętrznego ciemniała najwolniej. W pozostałych próbach nie zauważono istotnych różnic ciemnienia enzymatycznego w czasie trwania doświadczenia.

Według ZGÓRSKIEJ i FRYDECKIEJ-MAZURCZYK [1985] ciemnienie bulw surowych jest cechą odmianową związaną z zawartością związków fenolowych, kwasu cytrynowego i tyrozyny w bulwach. Tęgo samego zdania jest CIEŚLIK [1997], która stwierdziła, że ziemniaki zawierające więcej kwasu cytrynowego i askorbinowego, przy równocześnie niskim poziomie związków fenolowych, wykazują mniejsze ciemnienie. Badania te potwierdza MUNET [1981], który udowadnia, że stosunek związków fenolowych do zawartości kwasu askorbinowego 2 : 1 skutecznie ogranicza w surowych bulwach reakcje ciemnienia.

Analiza ciemnienia metodą subiektywną wykazała istotne statystycznie różnice w ciemnieniu enzymatycznym poszczególnych części bulw ziemniaka po 30, 60 i 180 minutach (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Pomiar intensywności ciemnienia enzymatycznego (metoda subiektywna, skala 1–9;
1 – kolor ciemny, 9 – kolor bardzo jasny)
bulw ziemniaka w różnych jego częściach

Measuring the intensity of enzymic darkening (subjective method, scale 1–9;
1 – dark colour, 9 – bright colour) in different parts of potato tubers

Części bulwy Part of tubers	Czas pomiaru; Time of measurement				Średnia Mean
	30 min	60 min	180 min	240 min	
Stolon Stem end	5,53	5,03	4,00	3,50	4,51
Wierzchołek Bud end	5,75	5,42	4,60	4,28	5,01
Rdzeń zewnętrzny Vascular ring	5,96	5,46	4,60	4,03	5,01
Rdzeń wewnętrzny Core	7,28	6,85	5,71	4,82	6,16
NIR; LSD* P = 0,05	0,59	0,58	0,58	0,72	–
Średnia; Mean	6,15	5,73	4,78	4,17	–
NIR; LSD** P = 0,05	0,84				1,36

NIR; LSD* – części bulw; parts of tubers

NIR; LSD** – czas pomiaru; time of measurement

Reakcja ciemnienia enzymatycznego w zewnętrznych warstwach bulw (stolon, wierzchołek, rdzeń zewnętrzny) zachodziła najintensywniej, niezależnie od czasu pomiaru barwy (tab. 2).

Intensywność ciemnienia enzymatycznego zależy od zawartości związków fenolowych i aktywności enzymu oksydazy difenolowej [ZGÓRSKA, FRYDECKA-MAZURCZYK 1985, 2000; LESZCZYŃSKI 1994, 2000; CIEŚLIK 1997; KAABER i in. 2002]. THYGESEN i in. [1995] wykazali, że wyższą jej aktywnością charakteryzują się zewnętrzne warstwy bulwy i 2–4 mm warstwa miąższu pod nią.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała ścisłą współzależność pomiędzy zawartością związków fenolowych a ciemnieniem enzymatycznym oznaczanym metodą obiektywną (tab. 3). Zauważono, że w części stolonowej i wierzchołkowej współczynnik korelacji jest najwyższy (stolon $r = 0,76-0,82$, wierzchołek $r = 0,74-0,89$).

Tabela 3; Table 3

Współzależność między zawartością związków fenolowych a barwą miazgi oznaczanej dwoma metodami w różnych częściach bulw ziemniaka

The correlation between content of phenolic compounds, and cambium colour marked in two ways at different parts potato tubers

Części bulwy Part of tubers	Metoda obiektywna Objective method				Metoda subiektywna Subjective method			
	czas pomiaru (min); time of measurement (min)							
	30	60	180	240	30	60	180	240
Stolon Stem end	0,82*	0,81*	0,76	0,79	0,63	0,37	0,19	0,36
Wierzchołek Bud end	0,74	0,81*	0,89*	0,89*	0,40	0,41	0,51	0,73
Rdzeń zewnętrzny Vascular ring	0,57	0,75	0,88*	0,80*	0,26	0,33	0,42	0,63
Rdzeń wewnętrzny Core	0,77	0,51	0,50	0,77	0,06	0,19	0,14	0,18

* istotność współczynnika korelacji; significance of correlation coefficient

W metodzie subiektywnej nie zauważono istotnej współzależności między zawartością związków fenolowych a zmianą barwy miazgi ziemniaczanej. Uzyskanie takich wyników mogło być spowodowane zawodnością narządu wzroku, który precyzyjnie nie uchwycił zmian odcieni barwy.

Wnioski

1. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości związków fenolowych w różnych częściach bulw.
2. Zauważono, że najintensywniej ciemniały zewnętrzne części bulw ziemniaka (stolon, wierzchołek, rdzeń zewnętrzny).
3. Zaobserwowano istotne różnice w ciemnieniu enzymatycznym poszczególnych części bulw po 30, 60 i 180 min, mierzone jasnością miazgi *L.
4. Stwierdzono ścisłą współzależność między zawartością związków fenolowych a brunatnieniem enzymatycznym w poszczególnych partiach bulw.

Literatura

CIEŚLIK E. 1997. Wpływ poziomu kwasów organicznych na wybrane cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 327: 15–21.

- HAMAN J., KONSTANKIEWICZ K. 2000. *Destruction process in the cellular medium of plant*. Part I. Inter. Agrophysic 14: 37–42.
- KAABER L., MARTINSEN B.K., BRA E., SHOMER I. 2002. *Browning inhibition and textural changes of pre-peeled potatoes*. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 35: 526–531.
- LESZCZYŃSKI W. 1994. *Ziemniak jako produkt spożywczy*. Post. Nauk Rol. 1: 31–40.
- LESZCZYŃSKI W. 2000. *Jakość ziemniaka konsumpcyjnego*. Żywność – Nauka – Technologia – Jakość, Supl. 4(25): 5–27.
- MAPSON L., SWAIN T., TOMALIN A.W. 1963. *Influence of variety, cultural conditions and temperature of storage on enzymatic browning of potato tubers*. J. Sci. Food Agric. 14: 673–684.
- MUNET P. 1981. *Comparisons of inhibitors of tyrosine oxidation in the enzymatic blackening of potatoes*. Am. Potato J. 58: 85–92.
- PRITCHARD M.K., SCANLON M.G. 1997. *Mapping dry matter and sugar in potato tubers for prediction of whole tuber processing quality*. Can. Jour. of Plant Scie.: 461–477.
- SWAIN T., HUGHES J.C., LINEHAN D., MAPSON L.W., SELF R., TOMALIN A.W. 1963. *Biochemical aspects of the quality of potatoes*, w: *The growth of the potato*. London: 160–178.
- THYGESEN P.W., DRY I.B., ROBINSON S.P. 1995. *Phenol oxidase in potato*. Plant Physiol. 109: 525–527.
- ZGÓRSKA K., FRYDECKA-MAZURCZYK 1985. *Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe bulw ziemniaka*. Biul. Inst. Ziemniaka 33: 109–117.
- ZGÓRSKA K., FRYDECKA-MAZURCZYK 2000. *Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa*. Biul. IHiAR 213: 239–251.

Słowa kluczowe: ziemniak, ciemnienie enzymatyczne, związki fenolowe

Streszczenie

W pracy określono zależności między ciemnieniem enzymatycznym a zawartością związków fenolowych w różnych częściach bulw ziemniaka.

Badania przeprowadzono na 14 odmianach bulw ziemniaka, które uprawiane były na polu doświadczalnym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddziału w Jadwisinie. Próby dzielono na cztery części: stolon, wierzchołek, rdzeń zewnętrzny, rdzeń wewnętrzny. W każdej z nich wykonano następujące analizy: zawartość związków fenolowych, zmianę barwy metodą subiektywną, zmianę barwy metodą obiektywną. Barwę poszczególnych części bulw oznaczano w następujących odstępach czasowych: 30 min, 60 min, 180 min, 240 min.

Największą zawartość związków fenolowych miała część stolonowa (49 mg·100 g⁻¹ produktu). Nie stwierdzono istotnych różnic w poziomie zawartości związków fenolowych w poszczególnych częściach bulwy. Wykazano jednakże istotne różnice skłonności do ciemnienia enzymatycznego poszczególnych części bulw po 30, 60 i 180 min oraz wysoką współzależność między zawartością związków fenolowych a brunatnieniem enzymatycznym w poszczególnych partiach bulw.

INTENSITY OF ENZYMATIC DARKENING AND THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS IN DIFFERENT PARTS OF POTATO TUBERS

Magdalena Grudzińska¹, Kazimiera Zgórska²

¹Department of Food Biotechnology,

Koszalin University of Technology, Koszalin

²Department of Potato Storage and Processing,

Plant Breeding and Acclimatization Institute, Research Division Jadwisin

Key words: potato, enzymatic darkening, phenolic compounds

Summary

The experiment determined the relationship between enzymatic darkening and the content of phenolic compounds in different parts of potato tubers.

14 cultivars grown at Plant Breeding and Acclimatization Institute were used in the study.

The tubers were divided into 4 parts to be compared (bud-end, stem-end, vascular ring and core tissue).

Percentage of phenolic compound content was determined in four parts of tubers as well as darkening of potato pulp after 30, 60, 180 and 240 min.

The enzymatic darkening was measured by objective method (Minolta CR-300) and the subjective one.

Percentage of phenolic compound contents was the highest in the stem-end (49 mg·100 g⁻¹ FM). No significant differences were found in phenolic compound contents for particular parts of the tubers. However significant differences in enzymatic darkening were observed in the parts of tubers after 30, 60 and 180 min, as well as the close relationship between phenolic compound contents and enzymatic darkening intensity of particular tuber parts.

Mgr inż. Magdalena **Grudzińska**
Katedra Biotechnologii Żywności
Politechnika Koszalińska
ul. Raławicka 15-17
75-620 KOSZALIN
e-mail: magdag@tu.koszalin.pl