

PORÓWNANIE PRZYDATNOŚCI ODMIAN JABŁEK DO PRODUKCJI PLASTRÓW O MAŁYM STOPNIU PRZETWORZENIA

Róża Biegańska-Marecik, Janusz Czapski

Streszczenie. Porównano wybrane cechy 10 odmian jabłek oraz ich jakość po zastosowaniu procesu minimalnego przetwarzania. Wśród badanych odmian najwolniej ciemniejącym miąższem odznaczały się odmiany 'Elstar' i 'Szampion'. Miąższ tych odmian charakteryzował się najwyższymi wartościami jasności barwy L*. Nasączenie próżniowe plastrów stosowanym roztworem skutecznie hamowało brązowienie enzymatyczne we wszystkich odmianach jabłek, jednak powodowało zdecydowane pogorszenie tekstury plastrów owocu.

Słowa kluczowe: odmiany jabłek, minimalne przetwarzanie, nasączenie próżniowe

WSTĘP

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie produkcją warzyw i owoców o małym stopniu przetworzenia. Technologie minimalnego przetwarzania są nowoczesnymi technikami, które pozwalają na uzyskanie żywności o trwałości wystarczającej do jej dystrybucji, a jednocześnie łączącej cechy żywności wygodnej i świeżej [Ohlsson 1994]. W Polsce, gdzie przerabia się przemysłowo ponad połowę otrzymanych plonów jabłek, celowe jest poszerzenie i urozmaicenie asortymentu wyrobów produkowanych z tego surowca. Klarowny sok jabłkowy, najpopularniejszy produkt otrzymany z jabłek, ma niższą wartość odżywczą niż świeży owoc, ze względu na usunięcie pektyn i zmniejszoną zawartość związków fenolowych.

Szybkie ciemnienie wielu owoców i warzyw takich, jak banany, ziemniaki, brzoskwinie, jabłka stwarza poważne problemy w technologii warzyw i owoców minimalnie przetworzonych i może powodować zmiany w wyglądzie i właściwościach sensorycznych otrzymanych produktów. Proces brązowienia enzymatycznego jest związany głównie z działaniem polifenolooksydaz (PPO), które katalizują reakcje utleniania wewnątrzkomórkowych polifenoli w obecności tlenu [McEvily i Iyengar 1992]. Polifenolooksydaza katalizująca proces brązowienia enzymatycznego, wykazuje różną aktywność, w zależności od związku polifenolowego i miejsca występowania w surowcu.

Badania dotyczące aktywności PPO w jabłkach wykazały, że zmienia się ona zarówno podczas dojrzewania owoców, jak i w trakcie ich przechowywania [Burda i in. 1990, Murata i in. 1995].

Podczas minimalnego przetwarzania owoce i warzywa są zwykle czyszczone, usuwa się z nich części niejadalne i kroci. Inne zabiegi, np. blanszowanie, wysycanie cukrem oraz związkami wapnia, są przeprowadzane dla zwiększenia trwałości, opóźnienia mięknięcia tkanki lub uzyskania określonych cech sensorycznych produktu [Beveridge i Weintraub 1995]. Nad zastosowaniem związków zabezpieczających naturalną teksturę przetwarzanych surowców oraz związków inhibujących procesy brązowienia enzymatycznego, a jednocześnie nie obniżających walorów konsumpcyjnych powstałego produktu prowadzi się wiele badań [Gonzalez-Aguilar i in. 2000, Lurie i Nussinovitch 1996, Muntada 1998, Nicoli i in. 1993].

Celem przeprowadzonych doświadczeń była ocena przydatności odmian jabłek do produkcji jabłek o małym stopniu przetworzenia ze szczególnym uwzględnieniem skłonności do brązowienia.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Pierwszy etap badań obejmował porównanie 10 odmian jabłek jako surowca do produkcji plasterów o małym stopniu przetworzenia. Ocena jabłek odmian: 'Cortland', 'Elstar', 'Gala', 'Gloster', 'Golden Delicious', 'Idared', 'Jonagold', 'Ligol', 'Melrose' oraz 'Szampion' (Przybroda k/Poznań, gospodarstwo sadownicze AR) obejmowała porównanie szybkości ciemnienia miąższu na podstawie pomiaru parametrów barwy, porównanie zawartości polifenoli, aktywności polifenolooksydazy, twardości tkanki oraz ocenę wizualną.

W drugim etapie badań przeprowadzono ocenę jakości jabłek mało przetworzonych otrzymanych z wymienionych odmian. Jako metodę obróbki zastosowano odpowietrzanie i nasączenie próżniowe roztworem o składzie: kwas askorbinowy (1%), kwas cytrynowy (0,2%), mleczan wapnia (1%), sacharoza (20%). Dokonano oceny sensorycznej produktu oraz pomiaru parametrów barwy, pomiaru tekstury, pH i ekstraktu po 1, 10 i 15 dniach przechowywania produktu w temperaturze 4°C.

Proces technologiczny otrzymywania jabłek o małym stopniu przetworzenia obejmował obieranie, wydrążenie gniazd nasiennych i pocięcie w plastry o grubości 1 cm, a następnie odpowietrzanie i nasączenie próżniowe plasterów. Tak przygotowany produkt pakowano po 100 g do woreczków z laminatu (orientowany poliamid/polietylen o wymiarach 15 × 21 cm oraz przepuszczalności dla gazów: tlen – 45, dwutlenek węgla – 200, azot – 8 cm³/m²/24 h) i zamykano próżniowo.

Oceny szybkości ciemnienia dokonano na podstawie pomiaru parametrów barwy zhomogenizowanego miąższu jabłek w systemie CIE L*a*b*, w świetle odbitym (spektrofotometr Hitachi U-3000). Pomiarów parametrów barwy jabłka świeżego i mało przetworzonego wykonano 2 minuty po homogenizacji oraz po 30, 60 i 240 minutach; na tej podstawie wyznaczono różnicę barwy (pomiędzy pomiarem bezpośrednio po homogenizacji oraz pomiarem po 60 minutach: $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0,5}$). Ocenę wizualną stopnia zbrązowienia przekrojonych jabłek przeprowadzono bezpośrednio po przekrojeniu oraz po 4 godzinach.

Oznaczanie zawartości polifenoli ogółem wykonano metodą kolorymetryczną z odczynnikami Folin-Ciocalteu [Coseteng i Lee 1987]. Aktywność polifenolooksydazy oznaczano wykorzystując metodę proszków acetonowych [Murata i in. 1995]. Pomiar, przy stężeniu substratu 0,01 M, wykonano metodą spektrofotometryczną przy długości fali 325 nm dla oznaczenia aktywności oksydazy kwasu chlorogenowego oraz przy długości fali 400 nm dla oznaczenia aktywności oksydazy katechiny. Jednostkę aktywności (JA) definiowano jako zmianę absorbancji o $0,001 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-3}$. Wyniki podano w jednostkach aktywności na 100 g miąższu jabłka.

Pomiar tekstury wykonano dla wycinków tkanki jabłek w formie walca o średnicy 20 mm i wysokości 10 mm, które poddano ścisaniu do 60% wysokości za pomocą aparatu Instron 1140, z wykorzystaniem elementu ściskającego o średnicy 40 mm. Ściskanie prowadzono z prędkością $1,67 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$. Na podstawie krzywej pomiarowej wyznaczono maksymalną siłę ściskania próbki, F_{max} (N).

Ocenę sensoryczną przeprowadzono wg 5-punktowej skali hedonicznej. Oceniano barwę (ton, wyrównanie, pożądalność), teksturę (typ, kruchość), smak (typowość, natężenie), zapach (typowość).

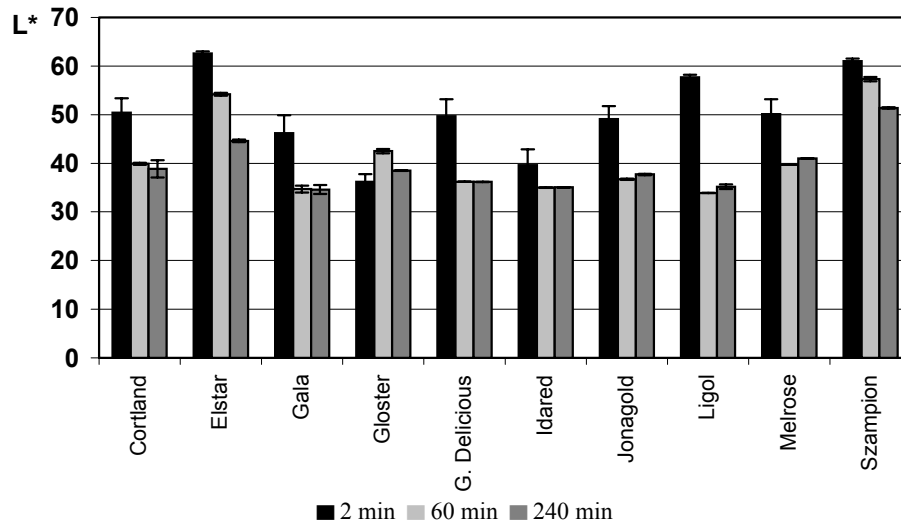
WYNIKI I DISKUSJA

Spośród 10 odmian jabłek stanowiących materiał badawczy najwolniej ciemniejącym miąższem wyróżniały się odmiany 'Szampion' i 'Elstar'. Miąższ tych odmian charakteryzował się najwyższymi wartościami jasności barwy L^* . Wartości te ulegały obniżeniu po 30, 60 i 240 minutach od momentu rozdrobnienia, ale były wyższe niż w wypadku pozostałych odmian (rys. 1). W pomiarach barwy odmiany 'Gloster' i 'Idared' już bezpośrednio po homogenizacji uzyskiwano bardzo niskie wartości L^* , niewiele zmieniające się w czasie przetrzymywania rozdrobnionego miąższu. Pozostałe odmiany charakteryzowały się zbliżoną szybkością ciemnienia miąższu.

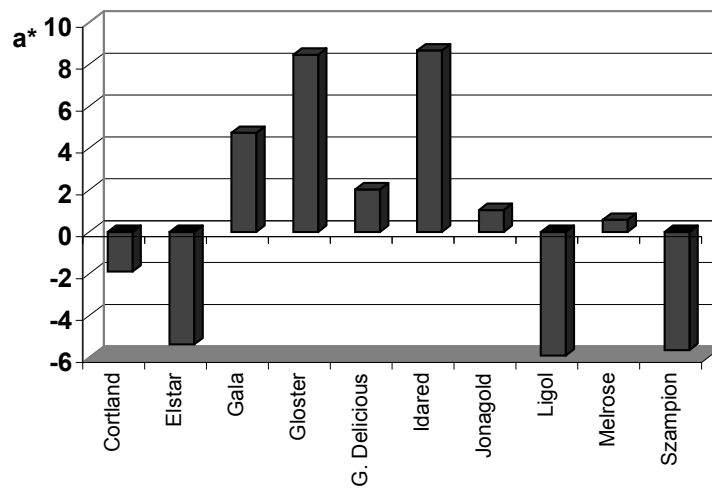
Odmiany 'Elstar' i 'Szampion' charakteryzowały się także niskimi wartościami parametru a^* . W szybko ciemniejących odmianach 'Gloster' i 'Idared', odnotowano wysokie wartości parametru a^* , co spowodowane było wyraźnym wystąpieniem brązowego tonu barwy określanego po 2 minutach (rys. 2). Spośród odmian szybko ciemniejących, odmiana 'Ligol' charakteryzowała się wysoką wartością L^* oraz niską wartością a^* miąższu w pomiarze po 2 minutach, jednak w czasie dalszego przetrzymywania rozdrobnionego miąższu tej odmiany spadek wartości L^* oraz wzrost wartości a^* był bardzo szybki.

Zróźnicowanie wartości parametru barwy b^* wynikało z cech odmianowych jabłek. Odmiany o białej, bądź zielonobiałej barwie miąższu ('Cortland', 'Ligol', 'Szampion') charakteryzowały się niższymi wartościami parametru b^* po homogenizacji, natomiast wartości tego parametru odmian o kremowobiałym, kremowożółtym lub żółtym miąższu ('Jonagold', 'Gala', 'Golden Delicious') były wyższe, niezależnie od tempa ciemnienia (tab. 1).

W czasie przetrzymywania miążgi jabłek następował spadek jasności barwy L^* , wzrost wartości a^* , natomiast wartości parametru b^* pozostały na podobnym poziomie. Wartość L^* obniżała się najszybciej w ciągu pierwszych 30 minut po homogenizacji próby, natomiast w czasie dalszego przetrzymywania miąższu nie zaobserwowano znaczących spadków. Znajduje to potwierdzenie w pracy Gasika i Horubały [1990], którzy



Rys. 1. Porównanie wartości jasności (L^*) miąższu jabłek surowych mierzonych po homogenizacji
 Fig. 1. The comparison of lightness (L^*) value of raw apple flesh measured after homogenization



Rys. 2. Porównanie wartości a^* miąższu jabłek surowych
 Fig. 2. a^* value of raw apple flesh

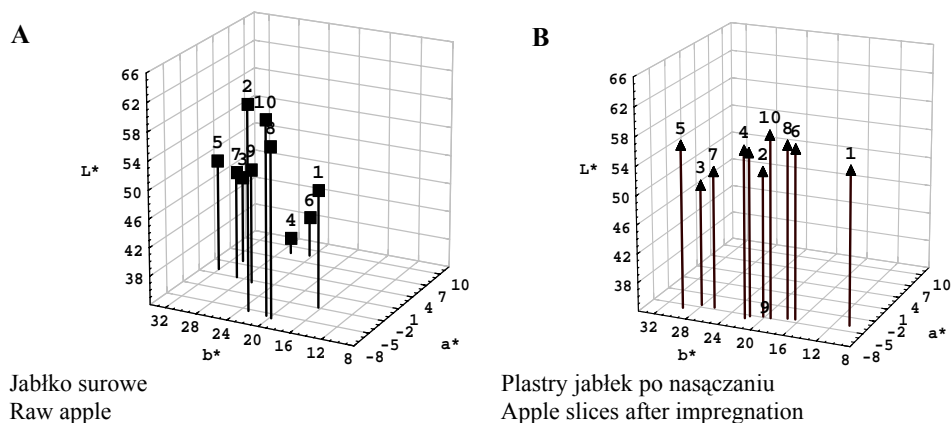
Tabela 1. Wartości b* jabłek surowych i poddanych nasączeniu próżniowemu oraz barwa miąższu w ocenie wizualnej po przekrojeniu jabłka
 Table 1. b* value of raw apple and vacuum impregnated apple slices, and visual estimation of apple flesh colour

Wyróżnik Parameter	Cortland	Elstar	Gala	Gloster	G. Delicious	Idared	Jonagold	Ligol	Melrose	Szampion Champion
b* jabłka surowe b* raw apples	16,36	23,04	30,70	26,78	32,1	24,38	28,99	19,75	26,71	20,56
b* jabłka po nasączeniu b* apples after impregnation	10,22	20,22	28,12	21,94	29,74	16,53	26,44	16,59	21,63	19,25
Barwa miąższu przekrojonego jabłka Colour of flesh in cut apple	biały white	białozółty white- -yellow	białozółty white- -yellow	białozielo- ny white- -green	kremowo- zółty creamy- -yellow	białokre- mowy creamy- -white	zółty yellow	białokre- mowy zielony przy skórcie creamy- -white green by the skin	białokre- mowy creamy- -white	zielenobia- ły z kre- mowym odcieniem green- -white with a shade of cream

Jabłka nasączone – wartość b* po 1 dniu przechowywania.
 Impregnated apple – b* value after 1 day of storage.

badając 7 odmian jabłek zaobserwowali, że miąższ tych odmian w największym stopniu ciemniał w czasie pierwszych 15 minut po rozdrobnieniu owocu. Jednak w wypadku odmian ‘Elstar’ i ‘Szampion’, o najmniejszej podatności na brązowienie, których tempo spadku jasności barwy było najwolniejsze, wartości L^* ulegały równomiernemu obniżaniu aż do 240 minut (rys. 1). Również Kuczyński [1995] wskazał odmiany ‘Elstar’ i ‘Szampion’ jako mało podatne na brązowienie enzymatyczne miąższu. Porównywał szybkość brunatnienia miąższu 33 odmian jabłek. Najwolniej ciemniejącym miąższem charakteryzowała się odmiana ‘Szampion’, a następnie odmiany ‘Ozark Gold’, ‘Elstar’ i ‘Fantazja’. Natomiast odmiany o bardzo szybko ciemniejącym miąższu to ‘Spartan’, ‘Lobo’, ‘Liberty’ i ‘Idared’.

Oceniając wizualnie stopień zbrązowienia przekrojonych jabłek, bezpośrednio po przekrojeniu i po 4 godzinach, w wypadku odmian ‘Cortland’ i ‘Szampion’ nie odnotowano żadnych przebarwień miąższu, a odmiany ‘Elstar’ i ‘Gala’ miały bardzo niewielkie przebarwienia w okolicy gniazda nasiennego. Pozostałe odmiany charakteryzowały się dużą ilością przebarwień. W ocenie wizualnej, po przekrojeniu jabłek, najszybciej ciemniejącą odmianą była odmiana ‘Idared’, co potwierdziła instrumentalna ocena barwy. Porównanie parametrów barwy miąższu 10 odmian jabłek ilustruje rysunek 3 A.



Rys. 3. Porównanie parametrów barwy L^* , a^* , b^* miąższu odmian jabłek. 1 – Cortland, 2 – Elstar, 3 – Gala, 4 – Gloster, 5 – Golden Delicious, 6 – Idared, 7 – Jonagold, 8 – Ligol, 9 – Melrose 10 – Szampion

Fig. 3. The comparison of L^* , a^* , b^* values of different apple cultivars flesh. 1 – Cortland, 2 – Elstar, 3 – Gala, 4 – Gloster, 5 – Golden Delicious, 6 – Idared, 7 – Jonagold, 8 – Ligol, 9 – Melrose 10 – Champion

Wartości siły F_{max} prób otrzymanych z jabłek nie poddanych przetworzeniu wahały się w granicach między 83,2 N – odmiana ‘Cortland’, a 152 N – odmiana ‘Gloster’ (tab. 2). Odmiany ‘Szampion’ i ‘Elstar’, o małej podatności miąższu na proces brązowienia enzymatycznego, charakteryzowały się jednocześnie niskimi wartościami F_{max} , odpowiednio 103,0 N i 104,2 N.

Zawartość polifenoli oraz aktywność polifenolooksydazy w badanych odmianach jabłek była bardzo zróżnicowana (tab. 3). Przeprowadzona analiza statystyczna zależności między L^* i ΔE , jako miernikami szybkości brązowienia enzymatycznego, a zawartością

polifenoli i aktywnością PPO wykazała jedynie istotny wpływ zawartości polifenoli na wartości parametru L^* . Nie stwierdzono istotnego wpływu aktywności PPO na wartości L^* , a także zawartości polifenoli i aktywności PPO na wartości różnicy barwy.

Studia nad porównaniem podatności odmian jabłek na proces brązowienia enzymatycznego były podejmowane przez wielu autorów, jednak nie uzyskano jednoznacznych wyników. Coseteng i Lee [1987], badając różne odmiany jabłek, stwierdzili, że szybkość brązowienia pewnych odmian była uzależniona głównie od aktywności PPO, w innych natomiast od zawartości polifenoli. Murata i in. [1995] badali zależność pomiędzy zawartością polifenoli i aktywnością PPO a brązowieniem enzymatycznym w pięciu odmianach jabłek. Wyniki przez nich uzyskane, podobnie jak w niniejszej pracy, wskazują, że o szybkości brązowienia w większym stopniu decyduje zawartość polifenoli niż aktywność PPO. Wielu autorów uważa, że podatność różnych odmian jabłek na proces brązowienia enzymatycznego zależy od udziału poszczególnych grup związków fenolowych o różnej reaktywności [Amiot i in. 1992, Robards i in. 1999, Podsędek i in. 2000].

Po zastosowaniu nasączenia próżniowego roztworem inhibitorów brązowienia enzymatycznego i sacharozy uzyskano produkt o zbliżonych cechach sensorycznych, niezależnie od odmiany. Plastry wszystkich odmian jabłek charakteryzowały się jasno-żółtą barwą miąższu. Zastosowana obróbka spowodowała nasączenie plastrów roztworem inhibitorów i sacharozy w różnym stopniu, w zależności od zwięzłości tkanki owoców poszczególnych odmian.

Wartości L^* zhomogenizowanych plastrów jabłek wszystkich odmian mieściły się w granicach między 50,75 – odmiana ‘Gala’ a 59,04 – odmiana ‘Szampion’ (rys. 4). Po zastosowaniu nasączenia parametr a^* miał dla wszystkich odmian zbliżone wartości, natomiast zróżnicowanie parametru b^* kształtowało się podobnie jak w wypadku jabłka świeżego (rys. 1). Zaobserwowano jednak niewielki spadek wartości b^* plastrów jabłek w porównaniu z owocami przed obróbką, co wynikało ze zmiany barwy spowodowanej wniknięciem roztworu nasączającego do tkanki.

W czasie 15 dni przechowywania wartości parametrów barwy L^* , a^* , b^* ulegały tylko niewielkim wahaniom. Spośród parametrów barwy mierzonych po 30, 60 i 240 minutach od momentu homogenizacji plastrów przechowywanych przez 1, 10 i 15 dni niewielkiemu zmniejszeniu uległa tylko jasność (L^*) prób, natomiast parametry a^* i b^* pozostały na tym samym poziomie.

Najwyższe noty oceny sensorycznej barwy uzyskały plastry odmiany ‘Elstar’, ‘Szampion’ i ‘Melrose’, a najniższe ‘Gala’ i ‘Idared’ (rys. 5). Zróżnicowanie wartości not oceny barwy wynika z wystąpienia w odmianach szybko ciemniejących jasnobrązowych powierzchniowych przebarwień w okolicy gniazda nasiennego. Zmiany te pogłębiły się w czasie 15 dni przechowywania jabłek odmian ‘Cortland’ i ‘Gala’, w pozostałych odmianach 15-dniowe przechowywanie nie spowodowało pogorszenia barwy. Niewielkie, powierzchniowe przebarwienia plastrów jabłek odmian szybko ciemniejących nie spowodowały znaczących zmian parametrów barwy plastrów po zhomogenizowaniu prób (rys. 3 B).

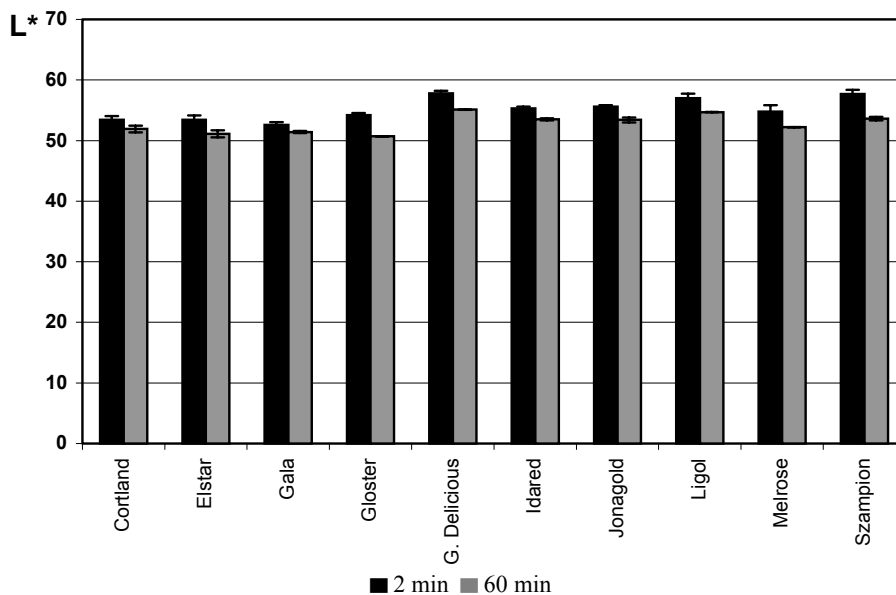
Inhibicja brązowienia enzymatycznego w WOMP poprzez zastosowanie związków hamujących ten proces jest przedmiotem wielu badań na świecie [Pizzocaro i in. 1993, Lurie i Nussinovitch 1996, Buta i in. 1999]. Jednak uzyskanie skutecznej inhibicji i jednocześnie zminimalizowanie niekorzystnych zmian właściwości sensorycznych i zachowanie cech świeżego surowca jest zależne od wielu czynników. Ważniejsze z nich to cechy surowca, zastosowanie połączenia odpowiednich związków inhibujących w określonych stężeniach, a także metoda obróbki stosowanymi związkami.

Tabela 2. Wartości Fmax jabłek surowych oraz poddanych nasączeniu próżniowemu
 Table 2. Fmax value of raw apple and vacuum impregnated apple slices

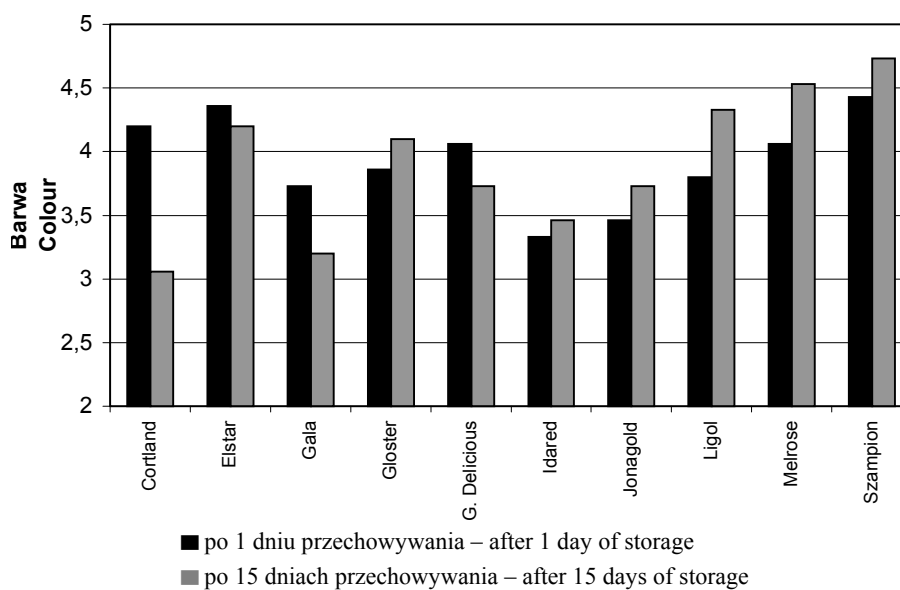
Wartości Fmax, N Fmax value, N	Cortland	Elstar	Gala	Gloster	G. Delicious	Idared	Jonagold	Ligol	Melrose	Szampion Champion
Jabłka świeże Raw apples	83,2 ±1,3	104,2 ±2,3	135,5 ±2,0	152,0 ±2,1	128,3 ±2,5	146,5 ±1,9	117,0 ±2,2	132,0 ±2,5	134,8 ±2,3	103,0 ±1,5
Plastry nasączone próżniowo (po 1 dniu przechowywania) Vacuum impregnated slices (after 1 day of storage)	65,0 ±2,0	91,8 ±2,2	128,8 ±1,8	135,5 ±3,0	92,3 ±2,9	144,0 ±1,8	94,7 ±1,7	130,0 ±1,2	76,5 ±1,4	79,5 ±1,2
Plastry nasączone próżniowo (po 15 dniach przechowywania) Vacuum impregnated slices (after 15 days of storage)	17,0 ±0,9	22,0 ±1,6	34,8 ±1,4	99,0 ±1,9	41,3 ±1,8	77,0 ±1,7	30,5 ±1,3	30,5 ±1,7	79,5 ±1,3	31,3 ±1,3

Tabela 3. Zawartość polifenoli i aktywność polifenolooksydazy w różnych odmianach jabłek
 Table 3. Phenolic compounds content and PPO activity of different apple cultivars

Wyróżnik Index	Cortland	Elstar	Gala	Gloster	G. Delicious	Idared	Jonagold	Ligol	Melrose	Szampion Champion
Zawartość polifenoli, mg/100 g jabłka Phenolic content, mg/100 g apple	93,5 ±2,8	222,2 ±10,6	31,4 ±2,2	44,5 ±4,5	121,9 ±4,2	91,8 ±3,3	126,7 ±0,9	35,9 ±3,6	74,2 ±3,1	77,0 ±3,2
Aktywność PPO wobec kwasu chlorogenowego, JA/100 g jabłka PPO activity in the presence of chlorogenic acid, UA/100 g apple	426 ±20	236 ±9,5	118 ±7,6	277 ±4,7	387 ±13,3	56,6 ±2,9	1055 ±26	221 ±7,6	188 ±4,7	52,6 ±2,6
Aktywność PPO wobec katechiny, JA/100 g jabłka PPO activity in the presence of catechin, UA/100 g apple	23,2 ±2,4	4,59 ±0,6	2,79 ±0	7,11 ±0,8	61,9 ±2,1	1,40 ±0	39,3 ±1,6	21,9 ±0,8	1,87 ±0	2,82 ±0



Rys. 4 Wartości jasności (L^*) plastrów jabłek poddanych nasączeniu próżniowemu mierzone po homogenizacji (plastry po 1 dniu przechowywania w 4°C)
 Fig. 4. Lightness (L^*) value of vacuum impregnated apple slices measured after homogenization (slices after 1 day of storage at 4°C)



Rys. 5. Porównanie noty sensorycznej barwy nasączanych próżniowo plastrów jabłek
 Fig. 5. Sensory analysis of vacuum impregnated apple slices colour

Smak plasterów jabłek oceniony był jako dobry, tekstura jako średnio zwięzła. Po 15 dniach przechowywania noty przyznane za teksturę produktu uległy znacznemu obniżeniu, natomiast smak produktu nadal uznano za dobry.

Nasączenie próżniowe plasterów jabłek spowodowało mięknięcie tkanki jabłek niezależnie od odmiany. W czasie 15 dni przechowywania plasterów nastąpiło dalsze, dużo większe obniżenie ich twardości, co znalazło potwierdzenie zarówno w pomiarach instrumentalnych, jak również w ocenie sensorycznej tekstury. Wartości siły F_{max} dla nieprzetworzonych jabłek wahały się w granicach między 83,2 N a 152 N. Plastry jabłek nasączone próżniowo po 1 dniu przechowywania charakteryzowały się niższymi wartościami F_{max} – 65-144 N, które ulegały dalszemu obniżeniu w czasie przechowywania i po 15 dniach mieściły się w przedziale 17-99 N (tab. 2). Zdecydowane pogorszenie tekstury zaobserwowali również autorzy innych prac dotyczących minimalnego przetwarzania owoców [Kim i in. 1993, Lurie i Nussinivitch 1996, Gunes i in. 2001].

Najwyższe wartości siły F_{max} (N) podczas instrumentalnego pomiaru tekstury jabłek, których nie poddano obróbce, uzyskały jabłka odmiany 'Idared', 'Gloster' i 'Gala', najniższe natomiast 'Cortland' i 'Szampion'. Po zastosowaniu obróbki najlepszą teksturą charakteryzowały się plastry jabłek odmiany 'Gloster' i 'Melrose'. Odmiany te uzyskały również najwyższe noty za teksturę ocenianą sensorycznie.

Zawartość ekstraktu w jabłkach surowych wynosiła od 11,1 w jabłkach odmiany 'Cortland' do 14,8 odmiany 'Melrose'. W jabłkach o małym stopniu przetworzenia zawartość ekstraktu wzrosła w stosunku do surowca średnio o 18,5%, zależnie od ilości roztworu pobranego przez tkankę. Wartości pH jabłek surowych mieściły się w granicach 3,36-3,78. Po nasączeniu nieznacznie wzrosły (3,51-4,52), natomiast podczas 15 dni przechowywania produktu ulegały tylko niewielkim wahaniom.

PODSUMOWANIE

Wśród ocenianych 10 odmian jabłek najwolniej ciemniejącym miąższem odznaczały się jabłka odmian 'Szampion' i 'Elstar'. Miąższ tych odmian charakteryzował się najwyższymi wartościami jasności barwy (L^*) w pomiarach bezpośrednio po homogenizacji oraz po 60 i 240 minutach. Najniższymi wartościami jasności barwy (L^*) miąższu charakteryzowały się odmiany 'Gloster' i 'Idared'. Zawartość polifenoli w badanych odmianach miała istotny wpływ na parametr barwy L^* . Nie stwierdzono istotnego wpływu aktywności PPO na wartości L^* , a także zawartości polifenoli i aktywności PPO na wartości różnicy barwy rozdrobnionego miąższu jabłek w czasie jego przetrzymywania.

Nasączenie próżniowe plasterów jabłek stosowanym roztworem skutecznie inhibowało brązowienie enzymatyczne. Jedynie w produkcie otrzymanym z odmian 'Cortland', 'Gala' i 'Idared' stwierdzono niewielkie brązowe przebarwienia w okolicy gniazda nasiennego. Znalazło to odzwierciedlenie w ocenie sensorycznej barwy, w której najwyższe noty uzyskały odmiany 'Elstar', 'Szampion' i 'Melrose', najniższe 'Gala' i 'Idared'. Nasączenie nie wpłynęło znacząco na parametry barwy w pomiarze instrumentalnym. Plastry jabłek po zastosowanej obróbce charakteryzowały się zbliżonymi wartościami L^* , a^* i b^* .

Proces odpowietrzania i nasączenia próżniowego powodował zdecydowane pogorszenie tekstury plasterów. Spośród badanych odmian najlepszą teksturą po zastosowaniu obróbki charakteryzowały się plastry jabłek odmiany 'Gloster' i 'Melrose', które uzyskały również najwyższe noty za teksturę, przyznane podczas oceny sensorycznej.

PIŚMIENNICTWO

- Amiot M.J., Tacchini M., Aubert S., Nicolas J., 1992. Phenolic composition and browning susceptibility of various apple and pear cultivars at maturity. *J. Food Sci.* 57, 958
- Beveridge T., Weintraub S.E., 1995. Effect of blanching pretreatment on color and texture of apple slices at various water activities. *Food Res. Int.* 28, 83-86.
- Burda S., Oleszek W., Lee C.Y., 1990. Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. *J. Agric. Food Chem.* 38, 945-948.
- Buta J.G., Moline H.E., Spaulding D.W., Wang C.Y., 1999. Extending storage life of fresh-cut apples using natural products and their derivatives. *J. Agric. Food Chem.* 47, 1-6.
- Coseteng M.Y., Lee C.Y., 1987. Changes of apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *J. Food Sci.* 52, 4, 985-989.
- Gasik A., Horubała A., 1990. Aktywność enzymów oksydoredukcyjnych (PPO i PO) oraz zawartość związków polifenolowych a podatność na brunatnienie miazgi jabłkowej. *Przem. Spoż.* 8, 185-191.
- Gonzales-Aguilar G.A., Wang C.Y., Buta J.G., 2000. Maintaining quality of fresh-cut mangoes using antibrowning agents and modified atmosphere packaging. *J. Agric. Food Chem.* 48, 4204-4208.
- Gunes G., Hotchkiss J.H., Watkins C.B., 2001. Effect of gamma irradiation on the texture of minimally processed apple slices. *J. Food Sci.* 66, 1, 63-67.
- Kim D., Smith N., Lee C., 1993. Effect of heat treatment on firmness of apples and apple slices. *J. Food Proc. Preserv.* 18, 1-8.
- Kuczyński A., 1995. Ocena barwy i brunatnienia miąższu jabłek w klasyfikacji technologicznej odmian. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Nauka Praktyce Ogrodniczej”, AR Lublin, 99-102.
- Lurie S., Nussinovitch A., 1996. Compression characteristics, firmness, and texture perception of heat treated and unheated apples. *J. Food Proc. Preserv.* 31, 1-5.
- McEvily A., Iyengar R., 1992. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. *Crit Rev. Food Sci. Nutrit.* 32, 3, 253-273.
- Muntada W., 1998. Solute infusion on texture of minimally processed kiwifruit. *J. Food Sci.* 63, 4, 616-620.
- Murata M., Noda I., Homma S., 1995. Enzymatic browning of apples on the market: relationship between browning, polyphenol content and polyphenol oxidase. *Nippon Shokuhin Kagaku KogakuKaishi* 42, 10, 820-826.
- Nicoli M. C., Anese M., Severini C., 1993. Combined effects in preventing enzymatic browning reactions in minimally processed fruit. *J. Food Quality* 17, 221-229.
- Ohlsson T., 1994. Minimal processing – preservation methods of the future: an overview. *Trends Food Sci. Technol.* 5, 11, 341-348.
- Pizzocaro F., Torreggiani D., Gilardi G., 1993. Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *J. Food Proc. Preserv.* 17, 21-30.
- Podsędek A., Wilska-Jeszka J., Anders B., Markowski J., 2000. Compositional characterisation of some apple varieties. *Eur. Food Res. Technol.* 210, 268-272.
- Robards K., Prenzler P.D., Tucker G., Swatsitang P., Glover W., 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative process in fruits. *Food Chem.* 66, 401-436.

**THE COMPARISON OF SUITABILITY OF APPLE CULTIVARS
FOR MINIMALLY PROCESSING**

Abstract. The aim of this study was the comparison of some properties of 10 apple cultivars and evaluation of quality of minimally processed product. The lowest browning and the highest lightness value L^* of 'Elstar' and 'Szampion' apples were observed. The vacuum impregnation of apple slices with inhibitors of browning and sucrose solution was effective for all cultivars. However, vacuum impregnation caused deterioration of apple slices texture.

Key words: apple cultivars, minimally processed, vacuum impregnation

*R. Biegańska-Marecik, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Akademia Rolnicza w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 61-624 Poznań
e-mail: rozmarec@owl.au.poznan.pl*