

SŁAWOMIR PIETRZYK, TERESA FORTUNA, IRENA BOJDO-TOMASIAK,
KAROLINA MORAWIEC

WPLYW TEMPERATURY I CZASU PRZECHOWYWANIA NA WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCIOWE OWOCÓW KANDYZOWANYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu temperatury i czasu przechowywania owoców kandyzowanych na zawartość kwasu sorbowego, cukrów redukujących i zmiany kwasowości ogólnej. Materiałem badawczym były owoce kandyzowane (agrest, śliwka, jarzębina) wyprodukowane w Przetwórni Owoców i Warzyw „Prospona” Sp. z o.o. Owoce składowane były przez jedenaście miesięcy w temperaturze chłodniczej (8 °C) i pokojowej (20 °C). Analizy wykonano po 3, 5, 7, 9 i 11 miesiącach przechowywania. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono wpływ temperatury i czasu przechowywania badanych produktów na zawartość kwasu sorbowego. Wszystkie owoce składowane w temperaturze chłodniczej w całym okresie przechowywania charakteryzowały się wyższą zawartością kwasu sorbowego niż owoce składowane w temperaturze pokojowej. Ponadto po jedenastu miesiącach, niezależnie od temperatury przechowywania, stwierdzono w badanych produktach niewielkie zmniejszenie kwasowości ogólnej oraz nieznaczny wzrost zawartości cukrów redukujących. Jedynie w agrestcie kandyzowanym przechowywanym w temperaturze pokojowej zawartość cukrów redukujących była wyższa niż w agrestcie przechowywanym w temperaturze chłodniczej.

Słowa kluczowe: owoce kandyzowane, przechowywanie, kwas sorbowy, kwasowość ogólna, cukry redukujące

Wprowadzenie

Owoce kandyzowane to produkty otrzymane z owoców świeżych lub mrożonych, odpowiednio przygotowanych, a następnie wysyconych roztworem sacharozy z dodatkiem syropu ziemniaczanego i ewentualnie kwasów spożywczych. Spośród owoców najczęściej kandyzuje się czereśnie, wiśnie, brzoskwinie, morele, śliwki, poziomki,

Dr inż. S. Pietrzyk, prof. dr hab. T. Fortuna, mgr inż. K. Morawiec, Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, mgr inż. I. Bojdo-Tomasiaak, Przetwórnia Owoców i Warzyw „Prospona”, ul. Węgierska 11, 33-300 Nowy Sącz

agrest, jarzębinę i skórkę pomarańczową. Owoce kandyzowane są wykorzystywane w cukiernictwie jako dodatek do ciast, pieczywa cukierniczego oraz jako dodatki smakowe i zdobnicze w produkcji lodów, deserów i koktajli [9, 23]. Środkiem konserwującym często stosowanym do produktów kandyzowanych jest kwas sorbowy lub jego sól potasowa (ze względu na lepszą rozpuszczalność w wodzie i większą odporność na utlenianie). Kwas sorbowy uznaje się za jeden z bezpieczniejszych środków konserwujących. W obecności węglowodanów w organizmie człowieka kwas sorbowy ulega procesowi β -oksydacji podobnie jak inne kwasy tłuszczowe. Końcowymi produktami jego przemian są ditlenek węgla i woda. Przypuszcza się, że konserwujące działanie kwasu sorbowego polega głównie na hamowaniu aktywności dehydrogenaz i innych enzymów sulfohydrilowych, jak fumaraza i aspartaza w komórkach mikroorganizmów. Enzymy te są znacznie inhibitowane już przy niskich stężeniach kwasu sorbowego (0,015 - 0,04 %), a przy stężeniu 0,1 % prawie całkowicie tracą swoją aktywność. Działanie konserwujące kwasu sorbowego zależy przede wszystkim od pH środowiska, gdyż związek ten wykazuje aktywność przeciw drobnoustrojom niemal wyłącznie w postaci niezdysocjowanej. Taka forma kwasu łatwiej przenika przez błonę komórkową do wnętrza mikroorganizmu niż postać zdysocjowana. Dlatego kwas sorbowy i jego sole mają silne działanie bakteriostatyczne w środowisku kwaśnym [3, 4, 12]. Działanie kwasu sorbowego na drożdże jest silniejsze niż na bakterie, dlatego jest on często stosowany w produktach kandyzowanych. Na stabilność i efektywność działania kwasu sorbowego i jego soli oprócz kwasowości, temperatury i aktywności wody mają wpływ składniki naturalne (np. cukry, tłuszcze, aminokwasy, chlorek wapnia), jak również substancje dodatkowe (np. sztuczne substancje słodzące, fosforany) znajdujące się w produktach spożywczych [3, 6, 7, 8, 13, 15].

Obecnie obserwuje się bardzo wyraźny wzrost świadomości konsumentów na temat wpływu jakości żywności na stan ich zdrowia i samopoczucie. Dlatego celem firm spożywczych (m.in. owocowo-warzywnych) jest wytwarzanie żywności bezpiecznej, która w całym okresie przydatności do spożycia będzie jakościowo identyczna lub zbliżona do produktu zaraz po wytworzeniu. Chcąc chronić zdrowie konsumentów, a przy tym opracować produkt trwały, prowadzi się badania pozwalające uzyskać odpowiedź m.in. na pytanie, w jakim stopniu czas i warunki przechowywania produktów spożywczych wpływają na zmiany zawartości substancji konserwujących, jak również na ich skład chemiczny.

Celem pracy było określenie wpływu temperatury i czasu przechowywania owoców kandyzowanych na zawartość w nich kwasu sorbowego, cukrów redukujących i zmiany kwasowości ogólnej.

Material i metody badań

Materiał do badań stanowiły owoce – agrest, śliwka, jarzębina – kandyzowane w syropie glukozowo-fruktozowym z dodatkiem sacharozy (10 %), wyprodukowane w Przetwórni Owoców i Warzyw „Prospina” Sp. z o.o. W materiale wyjściowym zaraz po wyprodukowaniu oznaczono zawartość cukrów ogółem [20], zawartość wody [17] i pH [19] (tab. 1).

Tabela 1

Zawartość cukrów ogółem i wody oraz pH owoców kandyzowanych.
Content of total sugars and water, and pH value of candied fruit.

Produkt Product	Zawartość cukrów ogółem Content of total sugars [g/100 g]	Zawartość wody Content of water [g/100 g]	pH
Agrest kandyzowany Candied goosberry	66,23 ± 0,45	21,14 ± 0,20	2,90 ± 0,02
Śliwka kandyzowana Candied plum	56,27 ± 0,45	23,04 ± 0,41	3,74 ± 0,02
Jarzębina kandyzowana Candied rowanberry	63,06 ± 0,22	17,94 ± 0,12	3,13 ± 0,02

Wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation

Owoce kandyzowane (w szklanych opakowaniach jednostkowych) były przechowywane w temp. pokojowej (20 ± 2 °C) oraz w temperaturze chłodniczej (8 ± 2 °C). Badane produkty poddano analizie chemicznej bezpośrednio po wytworzeniu oraz po 3, 5, 7, 9 i 11 miesiącach przechowywania.

W owocach kandyzowanych oznaczano:

1. Zawartość kwasu sorbowego metodą spektrofotometryczną zgodnie z PN [21]. Jako reagenta używano katalizatora miedziowego ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Pomiar absorpcji wykonywano przy długości fali $\lambda = 256$ nm;
2. Kwasowość ogólną metodą potencjometryczną w przeliczeniu na kwas jabłkowy zgodnie z PN [18];
3. Zawartość cukrów redukujących metodą Lane-Eynona zgodnie z PN [20].

Wyniki badań poddano statystycznej dwuczynnikowej analizie wariancji (poziom istotności $\alpha = 0,05$), stosując program Microsoft Excel 2000. Wartości średnie z trzech powtórzeń wraz z odchyleniami standardowymi przedstawiono w tabelach.

Wyniki i dyskusja

Wykonane badania zawartości kwasu sorbowego wykazały, że jego ilość w kandyzowanym agrestcie, śliwkach i jarzębinie (tab. 2) była nie większa niż 1 g/kg produktu, co jest zgodne z normą [22].

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zawartość kwasu sorbowego w badanych produktach zaraz po wytworzeniu wynosiła od 408,9 mg/kg w agrestcie do 635,4 mg/kg w śliwce. W trakcie przechowywania badanych produktów kandyzowanych jego zawartość malała, zarówno w produktach przechowywanych w temp. 20 °C, jak i w temp. 8 °C. Wyjątek stanowiła jedynie jarzębina przechowywana w temperaturze pokojowej, w której następował systematyczny wzrost zawartości kwasu sorbowego do piątego miesiąca składowania.

W kandyzowanym agrestcie przechowywanym w temp. 20 °C zawartość kwasu sorbowego w kolejnych miesiącach składowania systematycznie malała. Po jedenastu miesiącach przechowywania produktu w temp. pokojowej jego zawartość zmniejszyła się o ponad 50 % w odniesieniu do jego zawartości bezpośrednio po produkcji. Natomiast zawartość kwasu sorbowego w agrestcie przechowywanym w temperaturze chłodniczej przez pięć miesięcy była na jednakowym poziomie, dopiero po dłuższym czasie składowania zaobserwowano zmniejszenie jego zawartości. Po jedenastu miesiącach przechowywania zawartość kwasu sorbowego zmniejszyła się o ponad 20 % w odniesieniu do jego ilości bezpośrednio po produkcji.

Zawartość kwasu sorbowego w śliwce kandyzowanej systematycznie malała, zarówno w produktach przechowywanych w temperaturze chłodniczej, jak i w temperaturze pokojowej. Po jedenastomiesięcznym przechowywaniu śliwki kandyzowanej w temperaturze 20 °C stwierdzono zmniejszenie zawartości kwasu sorbowego o blisko 65 %, natomiast przechowywanej w temp. 8 °C o prawie 30 % w stosunku do jego zawartości bezpośrednio po wyprodukowaniu wyrobu.

W jarzębinie kandyzowanej przechowywanej w temp. 20 °C zawartość kwasu sorbowego początkowo wzrastała do piątego miesiąca przechowywania, a następnie zaobserwowano jego zmniejszenie. Największą zawartość kwasu sorbowego (654,8 mg/kg) w produkcie przechowywanym w temperaturze pokojowej oznaczono w próbkach badanych po piątym miesiącu przechowywania. Prawdopodobnie mogło to być spowodowane rozkładem kwasu parasorbowego (który naturalnie występuje w owocach jarzębiny) do kwasu sorbowego [12]. Badania przeprowadzone po kolejnych miesiącach przechowywania wykazały zmniejszenie zawartości substancji konserwującej. Po jedenastu miesiącach przechowywania produktu w temperaturze pokojowej zawartość kwasu sorbowego zmniejszyła się o 70 % w odniesieniu do ilości oznaczonej bezpośrednio po produkcji. Analizując wyniki dotyczące jarzębiny kandyzowanej przechowywanej w temp. 8 °C stwierdzono natomiast, że zawartość kwasu

Tabela 2

Zawartość kwasu sorbowego w kandyzowanych owocach [mg/kg].
Content of sorbic acid in candied fruit [mg/kg].

Produkt Product	Temperatura przechowywania Temperature of storage [°C]	Czas przechowywania [miesiące] / Time of storage [months]								
		0	3	5	7	9	11			
Agrest kandyzowany Candied gooseberry	8	408,9 ± 8,8	398,4 ± 5,0	396,0 ± 6,8	380,1 ± 2,6	323,3 ± 1,9	311,3 ± 5,0			
	20	408,9 ± 8,8	355,6 ± 4,7	293,4 ± 3,8	272,1 ± 3,1	243,4 ± 3,1	188,8 ± 4,5			
Śliwka kandyzowana Candied plum	8	635,4 ± 8,0	591,5 ± 5,6	571,5 ± 4,7	542,2 ± 5,6	475,2 ± 4,0	453,3 ± 3,2			
	20	635,4 ± 8,0	541,8 ± 10,2	518,9 ± 4,5	477,1 ± 5,0	247,0 ± 2,5	224,6 ± 2,6			
Jarzębina kandyzowana Candied rowanberry	8	552,8 ± 2,6	530,3 ± 1,9	532,8 ± 3,1	473,6 ± 4,4	341,9 ± 2,6	237,9 ± 3,2			
	20	552,8 ± 2,6	580,9 ± 2,5	654,8 ± 3,1	570,4 ± 5,7	306,0 ± 3,8	168,6 ± 2,5			

Wartość średnia ± odchylenie standardowe / Mean value ± standard deviation

Tabela 3

Kwasowość ogólna kandyzowanych owoców w przeliczeniu na kwas jabłkowy [g/100 g].
Total acidity of candied fruit expressed as apple acid [g/100 g].

Produkt Product	Temperatura przechowywania Temperature of storage [°C]	Czas przechowywania [miesiące] / Time of storage [months]								
		0	3	5	7	9	11			
Agrest kandyzowany Candied gooseberry	8	0,92 ± 0,01	0,89 ± 0,01	0,91 ± 0,01	0,91 ± 0,01	0,89 ± 0,01	0,84 ± 0,01			
	20	0,92 ± 0,01	0,91 ± 0,02	0,89 ± 0,01	0,90 ± 0,01	0,87 ± 0,01	0,83 ± 0,02			
Śliwka kandyzowana Candied plum	8	1,44 ± 0,01	1,42 ± 0,01	1,41 ± 0,01	1,41 ± 0,01	1,37 ± 0,01	1,35 ± 0,01			
	20	1,44 ± 0,01	1,43 ± 0,01	1,39 ± 0,01	1,41 ± 0,01	1,37 ± 0,01	1,34 ± 0,01			
Jarzębina kandyzowana Candied rowanberry	8	0,87 ± 0,01	0,86 ± 0,02	0,86 ± 0,01	0,85 ± 0,01	0,83 ± 0,01	0,82 ± 0,01			
	20	0,87 ± 0,01	0,87 ± 0,01	0,86 ± 0,01	0,84 ± 0,01	0,83 ± 0,01	0,81 ± 0,01			

Wartość średnia ± odchylenie standardowe / Mean value ± standard deviation

sorbowego była największa bezpośrednio po wyprodukowaniu produktu i wynosiła ok. 552,8 mg/kg. W kolejnych miesiącach składowania zawartość substancji konserwującej systematycznie zmniejszała się. Wyjątkiem jest okres pomiędzy trzecim a piątym miesiącem przechowywania, kiedy zawartość kwasu sorbowego była na stałym poziomie. Po jedenastu miesiącach przechowywania produktu w temperaturze chłodniczej zawartość kwasu sorbowego zmniejszyła się o ponad 55 % w odniesieniu do jego ilości bezpośrednio po produkcji.

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że w badanych produktach kandyzowanych zarówno czas przechowywania (agrest: $F_{obl.} = 735,4$; śliwka: $F_{obl.} = 2365,5$; jarzębina $F_{obl.} = 13581,1$; $F_{test} = 2,6$), jak i temperatura (agrest: $F_{obl.} = 1856,8$; śliwka: $F_{obl.} = 3050,1$; jarzębina $F_{obl.} = 614,6$; $F_{test} = 4,3$) miały wpływ na zawartość kwasu sorbowego.

Zmniejszenie zawartości kwasu sorbowego w trakcie przechowywania jest w dużym stopniu spowodowane procesem utleniania, który zachodzi szybciej w wyższej temperaturze. Wynik oznaczenia zawartości kwasu sorbowego w badanych produktach przechowywanych w różnej temperaturze jest zgodny z wynikami uzyskanymi wcześniej [16]. Podobne wyniki otrzymali również Bolin i wsp. [3], Korus i wsp. [13], którzy stwierdzili większą degradację kwasu sorbowego w produktach owocowo-warzywnych przechowywanych w wyższej temperaturze. López-Malo i Palou [14] w produkcie spożywczym (plastry ananasa w syropie cukrowym) przechowywanym w temp. 25 °C wyznaczyli wyższą wartość stałej szybkości reakcji degradacji sorbinianu potasu niż przechowywanym w temperaturze 5 °C.

Na stabilność kwasu sorbowego w analizowanych produktach miały również wpływ cukry obecne w dużej ilości w produktach kandyzowanych. Jednakże wyniki badań naukowców nie są jednoznaczne. Campos i wsp. [6] wykazał brak wpływu jednoprocenowego dodatku sacharozy na stabilność kwasu sorbowego. Thakur i wsp. [25] stwierdzili, że cukry przeciwdziałają procesom degradacji kwasu sorbowego. Z kolei Vidyasagar i Arya [26] i Arya [2] twierdzą, że dopiero zawartość powyżej 10 % sacharozy wpływa na zmniejszenie degradacji kwasu sorbowego. Takie stężenie sacharozy utrudnia rozpuszczalność tlenu w wodzie, co powoduje trudniejszy jego dostęp do kwasu. Według Gliemmo i wsp. [7] glukoza zwiększa degradację kwasu sorbowego, natomiast sacharoza zwiększa stabilność kwasu, przy stałej aktywności wody produktu. Gliemmo i wsp. [8] w późniejszych badaniach dowiedli, że 10 % zawartość glukozy (jako substancji higroskopijnej) wpływa na przyspieszenie degradacji kwasu sorbowego. Odmienne wyniki uzyskali natomiast Thakur i Arya [24], którzy stwierdzili, że degradacja kwasu sorbowego wzrastała wraz ze wzrostem aktywności wody. Ponadto Bolin i wsp. [3] wykazali mniejszą zawartość kwasu sorbowego w śliwkach o wilgotności 37 % niż w śliwkach o wilgotności 28 % po 2 tygodniach przechowywania.

Zawartość kwasów ogółem w przeliczeniu na kwas jabłkowy w kandyzowanym agrestcie, śliwce i jarzębinie przedstawiono w tab. 3. Bezpośrednio po wytworzeniu kwasowość ogólna badanych produktów kandyzowanych wynosiła od 0,87 g/100 g w jarzębinie do 1,44 g/100 g w śliwce. Badania przeprowadzone po jedenastomiesięcznym przechowywaniu dowodzą, że zawartość kwasów ogółem w kandyzowanym agrestcie, śliwce i jarzębinie zmniejszyła się w niewielkim stopniu. Zmiany te wyniosły około 10 %.

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że w badanych produktach kandyzowanych jedynie czas przechowywania miał wpływ na zmiany kwasowości ogólnej (agrest: $F_{obl.} = 73,0$; śliwka: $F_{obl.} = 60,6$; jarzębina $F_{obl.} = 24,9$; $F_{test} = 2,6$), natomiast temperatura przechowywania nie wpłynęła na zmianę tego parametru (agrest: $F_{obl.} = 3,1$; śliwka: $F_{obl.} = 1,5$; jarzębina $F_{obl.} = 0,1$; $F_{test} = 4,3$).

Obniżenie kwasowości ogólnej badanych produktów spowodowane było prawdopodobnie w głównej mierze rozkładem kwasu sorbowego. Kmieciak i Lisiewska [10] wykazali, że w miarę zwiększania zawartości kwasu sorbowego w kiszonych owocach cukini wzrasta również ich kwasowość ogólna i obniża się pH. Niewielkie zmiany zawartości kwasów ogółem podczas przechowywania dżemów owocowych z kilku gatunków owoców stwierdzili również Kmieciak i wsp. [11]. Badania przeprowadzone przez Korus i wsp. [13] także wykazały niewielkie, 10% zmniejszenie kwasowości ogólnej brzoskwiń w żelu. Badania Korus i wsp. [13] dodatkowo wykazały, że temperatura przechowywania nie miała wpływu na wielkość zmian kwasów ogółem. Brak wpływu temperatury przechowywania (5 i 25 °C) na wahania kwasowości ogólnej soku z karamboli stwierdzili również Yusof i Chiong [27]. Wykazali oni natomiast, że sok z karamboli o wartości 55 °Brix charakteryzował się dużo mniejszymi wahaniami kwasowości miareczkowej niż sok o wartości 35 i 45 °Brix w ciągu 40 dni przechowywania. Buedo i wsp. [5] natomiast zauważyli zależny od temperatury wzrost kwasowości miareczkowej koncentratu soku brzoskwiniowego przechowywanego 120 dni w temperaturze 15, 30 i 37 °C. Najniższa temperatura przechowywania spowodowała wzrost kwasowości ogólnej poniżej 5 %, pozostałe wartości temperatury odpowiednio powyżej 10 % i 15 %. Z kolei badania Alaka i wsp. [1] wykazały, że na zmiany kwasowości ogólnej w trakcie przechowywania wpływa również rodzaj zastosowanego opakowania. Stwierdzili oni [1] zwiększenie kwasowości ogólnej soku z owoców mango przechowywanego 8 tygodni w opakowaniu polietylenowym, natomiast zmniejszenie – przechowywanego w butelce z PET oraz w opakowaniu szklanym.

Zawartość cukrów redukujących (tab. 4) na początku przechowywania była najmniejsza w śliwce (53,84 g/100 g), natomiast największa w jarzębinie (60,21 g/100 g). Analizując otrzymane wyniki stwierdzono zwiększenie zawartości cukrów redukujących zarówno w owocach kandyzowanych przechowywanych w temp. 20 °C, jak i w temp. 8 °C. Zarówno w śliwce, jak i w jarzębinie kandyzowanej, w całym okresie

przechowywania, w obu temperaturach wzrost zawartości cukrów redukujących był mały i wynosił ok. 5 % wartości początkowej.

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że w tych owocach (podobnie jak w przypadku kwasowości ogólnej) jedynie czas przechowywania miał wpływ na wzrost zawartości cukrów redukujących (śliwka: $F_{obl.} = 21,4$; jarzębina $F_{obl.} = 25,1$; $F_{test} = 2,6$), natomiast temperatura przechowywania nie wpływała na zawartość tego składnika (śliwka: $F_{obl.} = 0,4$; jarzębina $F_{obl.} = 0,1$; $F_{test} = 4,3$).

Tabela 4

Zawartość cukrów redukujących w kandyzowanych owocach [g/100 g].

Content of reducing sugars in candied fruit [g/100 g].

Produkt Product	Temperatura przechowywania Temperature of storage [°C]	Czas przechowywania [miesiące] Time of storage [months]					
		0	3	5	7	9	11
Agrest kandyzowany Candied gooseberry	8	57,87 ± 0,81	60,21 ± 0,40	59,19 ± 0,70	60,91 ± 0,74	63,17 ± 1,03	64,56 ± 0,52
	20	57,87 ± 0,81	64,28 ± 0,50	64,01 ± 0,39	64,81 ± 0,81	65,14 ± 0,36	66,49 ± 0,41
Śliwka kandyzowana Candied plum	8	53,84 ± 0,43	54,80 ± 0,67	55,28 ± 0,17	55,29 ± 0,61	55,58 ± 0,34	56,49 ± 0,64
	20	53,84 ± 0,43	55,28 ± 0,34	55,09 ± 0,44	55,28 ± 0,17	55,68 ± 0,45	56,70 ± 0,62
Jarzębina kandyzowana Candied rowanberry	8	60,21 ± 0,52	61,87 ± 0,56	61,99 ± 0,73	62,24 ± 0,15	62,66 ± 0,51	63,40 ± 0,39
	20	60,21 ± 0,52	62,23 ± 0,71	62,11 ± 0,37	62,48 ± 0,47	62,98 ± 0,22	63,11 ± 0,58

Wartość średnia ± odchylenie standardowe / Mean value ± standard deviation

W agrestie kandyzowanym natomiast wzrost zawartości cukrów redukujących w całym okresie przechowywania był wyższy niż w pozostałych owocach. W agrestie przechowywanym w temp. pokojowej nastąpił największy wzrost zawartości cukrów redukujących (ponad 6 g/100 g produktu) po pierwszych trzech miesiącach przechowywania. W kolejnych miesiącach przyrost nie był już tak intensywny. Po jedenastu miesiącach przechowywania agrestu w tej temperaturze wzrost zawartości cukrów redukujących wyniósł ponad 8,5 g/100 g produktu. W agrestie kandyzowanym przechowywanym w temp. chłodniczej natomiast największe zmiany zaobserwowano po trzecim i dziewiątym miesiącu przechowywania (średnio o blisko 3 g/100 g produktu). Po całym okresie przechowywania zawartość cukrów redukujących wzrosła o ponad 6,5 g/100 g produktu. Większy przyrost zawartości cukrów redukujących w agrestie

(w porównaniu z pozostałymi owocami) spowodowany był niższym pH i większą zawartością cukrów nieredukujących w produkcie.

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że w agrestcie kandyzowanym zarówno czas ($F_{obl.} = 93,7$; $F_{test} = 2,6$), jak i temperatura przechowywania ($F_{obl.} = 154,6$; $F_{test} = 4,3$) miały wpływ na wzrost zawartości cukrów redukujących.

Zawartość cukrów redukujących we wszystkich badanych owocach kandyzowanych po 11 miesiącach przechowywania była na poziomie zawartości cukrów ogółem oznaczonym na początku i w całym okresie przechowywania. Wyniki zmian zawartości cukrów ogółem w trakcie przechowywania nie zostały przedstawione, gdyż nie nastąpiły zmiany statystycznie istotne tego parametru. Wyjątek stanowił agrest przechowywany w temp. 8 °C, w którym był on mniejszy o prawie 2 g/100 g produktu.

W przetwórstwie owocowo-warzywnym roztwory cukrów stosowane do kandyzowania mają ekstrakt od 30 - 75 % [9, 23]. Cukry redukujące zawarte w badanych produktach pochodziły z owoców, jak również z syropu glukozowo-fruktozowego, którym były kandyzowane. Wzrost zawartości cukrów redukujących w owocach kandyzowanych w czasie przechowywania był następstwem hydrolizy sacharozy, (naturalnie występującej w owocach) oraz sacharozy pochodzącej z syropu kandyzującego. W badanych owocach kandyzowanych jednakowy poziom cukrów redukujących po 11 miesiącach przechowywania i cukrów ogółem może świadczyć o całkowitej hydrolizie sacharozy w nich zawartej. Gliemmo i wsp. [7] również twierdzą, że w sokach (środowisko kwaśne) może następować hydroliza sacharozy w trakcie przechowywania. Zmniejszenie zawartości sacharozy, a wzrost zawartości glukozy i fruktozy w soku z trzciny cukrowej przechowywanej 15 dni w temperaturze 5 i 27 °C stwierdzili Yusof i wsp. [28]. Według tych autorów sacharoza ulegała hydrolizie do cukrów redukujących.

Wnioski

1. W badanych owocach kandyzowanych, po wyprodukowaniu zawartość kwasu sorbowego była największa w śliwce, a najmniejsza w agrestcie. W trakcie przechowywania (w obu temperaturach) następowało zmniejszenie jego zawartości we wszystkich badanych próbkach. Wyjątek stanowiła jarzębina przechowywana w temperaturze pokojowej, w której do 5. miesiąca składowania następował wzrost zawartości kwasu sorbowego.
2. Wszystkie owoce kandyzowane przechowywane w temperaturze chłodniczej charakteryzowały się większą zawartością kwasu sorbowego niż owoce kandyzowane przechowywane w temperaturze pokojowej.
3. Po jedenastu miesiącach przechowywania badanych produktów stwierdzono niewielkie obniżenie kwasowości ogólnej (o ok. 10 %) i nieznaczny wzrost zawartości cukrów redukujących (o ok. 5 %) niezależny od temperatury. Jedynie w agre-

ście kandyzowanym przechowywanym w temperaturze pokojowej zawartość cukrów redukujących była większa niż w agreście przechowywanym w temperaturze chłodniczej.

Literatura

- [1] Alaka O.O., Aina J.O., Falede K.O.: Effect of storage conditions on the chelical attributes of ogbomos mango juice. *Eur. Food Res. Technol.*, 2003, **218** (1), 79-82.
- [2] Arya S.S.: Stability of sorbic acid in aqueous solutions. *J. Agric. Food Chem.*, 1980, **28**, 1246-1249.
- [3] Bolin H.R., King A.D., Stafford A.E.: Sorbic acid loss from high moisture prunes. *J. Food Sci.*, 1980, **45**, 1434-1435.
- [4] Brul S., Coote P.: Preservative agents in foods. Mode of action and microbial resistance mechanisms. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **50** (1-2), 1-17.
- [5] Buedo A.P., Elustondo M.P., Urbicain M.J.: Amino acid loss in peach juice concentrate during storage. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2001, **1**, 281-288.
- [6] Campos C.A., Gerschenson L.N.: Effect of certain additives on sorbate stability. *Food Res. Int.*, 1996, **2**, 147-154.
- [7] Gliemmo M.F., Campos C.A., Gerschenson L.N.: Interaction between potassium sorbate and aspartame in aqueous model sugar systems. *J. Food Sci.*, 2001, **66** (3), 428-431.
- [8] Gliemmo M.F., Calvino A.M., Tamasi O., Gerschenson L.N., Campos C.A.: Interactions between aspartame, glucose and xylitol in aqueous systems containing potassium sorbate. *Food Sci. Technol. – Lebensm. Wiss.*, 2008, **41**, 611-619.
- [9] Jarczyk A.: Kandyzowanie owoców i warzyw. *Przem. Spoż.*, 1999, **4**, 19-20.
- [10] Kmieciak W., Lisiewska Z.: Wpływ dodatku sorbinianu potasu na jakość kiszonych owoców cukini. *Roczn. PZH*, 1994, **44** (4), 301-309.
- [11] Kmieciak W., Lisiewska Z., Jaworska G.: Effect of aronia berry honey syrup used for sweetening jams on their quality. *Nahrung/Food*, 2001, **4**, 273-279.
- [12] Kołakowski E.: Substancje konserwujące żywność. Część I. *Przem. Spoż.*, 2000, **4**, 46-52.
- [13] Korus A., Lisiewska Z., Kmieciak W.: Ocena jakości brzoskwiń w żelu konserwowanych kwasem sorbowym w zależności od warunków przechowywania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **1** (50), 113-123.
- [14] López-Malo A., Palou E.: Storage stability of pineapple slices preserved by combined methods. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2008, **43**, 289-295.
- [15] Marin S., Abellana M., Rubinat M., Sanchis V., Ramos A.J.: Efficacy of sorbates on the control of the growth of *Eurotium species* in bakery products with near neutral pH. *Int. J. Food Microbiol.*, 2003, **87**, 251-258.
- [16] Pietrzyk S., Fortuna T., Felis M., Kocjan-Chmist M.: Wpływ warunków przechowywania produktów owocowo-warzywnych na zawartość kwasu sorbowego. *Mat. XXXVII Sesji Nauk. KNoŻ PAN, Gdynia 2006*, s. 273.
- [17] PN-90/A-75101/03. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [18] PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
- [19] PN-90/A-75101/06. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie pH metodą potencjometryczną.
- [20] PN-90/A-75101/07. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego.

- [21] PN-90/A-75101/25. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości kwasu sorbowego.
- [22] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 września 2008 w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. Dz.U.2008. Nr 177, poz. 1094.
- [23] Szczurek G.: Owoce kandyzowane – ich wyrób, przygotowanie i zastosowanie w technologiach ciastkarskich i cukierniczych. *Przegl. Piek. Cukier.*, 1995, **4**, 22-23.
- [24] Thakur B.R., Arya S.S.: Role of sorbic acid in nonenzymic browning reactions in liquid and solid model food systems. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1991, **26**, 157-164.
- [25] Thakur B.R., Singh R.K., Arya S.S.: Chemistry of sorbates - A basic perspective. *Food Rev. Int.*, 1994, **10** (1), 71-91.
- [26] Vidyasagar K., Arya S.S.: Stability of sorbic acid in orange squash. *J. Agric. Food Chem.*, 1983, **6**, 1262-1264.
- [27] Yusof S., Chiong L.K.: Effect of Brix, processing techniques and storage temperature on the quality of carambola fruit cordial. *Food Chem.* 1997, **59** (1), 27-32.
- [28] Yusof S., Schian L.S., Osman A.: Changes in quality of sugar-cane juice upon delayed extraction and storage. *Food Chem.*, 2000, **68**, 395-401.

THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND TIME OF STORAGE ON SELECTED QUALITATIVE PARAMETERS OF CANDIED FRUITS

Summary

The objective of the study was to determine the impact of temperature and time of storing candied fruit on the content of sorbic acid and reducing sugars, and on changes in the total acidity of the fruit studied. The material analysed consisted of candied fruit (gooseberry, plum, rowanberry) produced by "Prospina" Ltd. Co., in its Food and Vegetable Processing Plant. Candied fruit has been stored for eleven months at a refrigerating temperature (8 °C) and a room temperature (20 °C). The analyses were performed after 3, 5, 7, 9 and 11 months of storage. Based on the results obtained, it was found that the temperature and time of storage impacted the content of sorbic acid. Throughout the entire storage period, all the fruit stored at a refrigerating temperature were characterized by a higher level of sorbic acid compared to the fruit stored at a room temperature. Besides, after eleven months of storage, and irrespective of the storing temperature, a slight decrease in total acidity and an insignificant increase in the content of reducing sugars were found in the products studied. Only in the candied gooseberries, stored at a room temperature, the content of reducing sugars was higher than in candied gooseberries stored at a refrigerating temperature 8 °C.

Key words: candied fruits, storage, sorbic acid, total acidity, reducing sugars ☒