

Joanna Cieślewicz, Agnieszka Grzelakowska

WPLYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA ZAWARTOŚĆ WITAMINY C I KAROTENOIDÓW W ŻÓLTEJ PAPRYCE KONSERWOWEJ

Katedra Chemii Środowiska, Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii
Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy
Kierownik: prof. dr hab. inż. J. Hermann

Oznaczono zawartość witaminy C metodą Tillmansa w żółtej papryce konserwowej, pasteryzowanej 5 lub 15 min i przechowywanej przez okres 4 miesięcy w zróżnicowanej temperaturze (6,0–39,2°C). Najmniejsze straty witaminy C stwierdzono w papryce konserwowej przechowywanej w chłodziarce, największe straty wynoszące maksymalnie 66,65% stwierdzono w papryce wystawionej na działanie wysokiej temperatury (36,4–39,2°C) i promieniowania słonecznego.

Hasła kluczowe: papryka, witamina C, karotenoidy.

Key words: paprika, vitamin C, carotenoids.

Witamina C jest jedną z najmniej trwałych witamin, łatwo ulega utlenianiu nawet tlenem atmosferycznym, rozkłada się także pod wpływem promieniowania ultrafioletowego, w podwyższonej temperaturze oraz w obecności metali ciężkich (1). 95% promieniowania UV docierającego do Ziemi stanowi promieniowanie o długości fali 320–400 nm (UVA). Ten rodzaj promieniowania nie jest zatrzymywany przez szyby okienne czy chmury, a jego natężenie nie zależy od pory dnia. Badania przeprowadzone przez *Hosseini Sarghein* i współpracowników (2) wykazały negatywny wpływ naświetlania roślin promieniowaniem UVA na zawartość chlorofilu *a* i chlorofilu *b* oraz karotenoidów w papryce czerwonej (*Capsicum longum*).

Kwas L-askorbinowy odgrywa szczególną rolę w regulacji mechanizmów przeciwutleniających, związanych z ochroną komórek i płynów ustrojowych przed stresem oksydacyjnym (3, 4, 5, 6). Dieta bogata w antyoksydanty opóźnia widoczne efekty starzenia, w tym sprzyja zachowaniu dobrego wzroku. Stwierdzono, że spożywanie witamin A i C oraz karotenoidów takich, jak luteina i zeaksantyna, ma ściśle związek z prawidłowym działaniem plamki żółtej. Wymienione antyoksydanty wraz z witaminą E, selenem, cynkiem, glutationem i kwasami omega-3 działają prewencyjnie na komórki siatkówki przez wydłużenie czasu przeżycia fotoreceptorów oraz zmniejszenie ilości wolnych rodników (7, 8, 9). Głównym źródłem witaminy C dla człowieka są świeże oraz właściwie przetworzone warzywa i owoce. Wśród warzyw dużą zawartością witaminy C odznaczają się papryka, pietruszka oraz warzywa kapustne, przy czym w papryce występuje ona w formie wyjątkowo odpornej na działanie czynników utleniających (10, 11).

Celem pracy było określenie wpływu czasu pasteryzacji i sposobu przechowywania na zawartość witaminy C i karotenoidów w żółtej papryce konserwowej.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano paprykę odmiany żółtej pochodzącą z upraw w Hiszpanii, zakupioną w sklepie sieci „Piotr i Paweł” w Bydgoszczy. Po usunięciu części niejadalnych, paprykę cięto i mieszano w celu uśrednienia próbki. Następnie w słoikach umieszczano po 100 g papryki i zalano 245 g (239 cm³) przygotowanej wcześniej zalewy (2000 cm³ wody + 5 łyżek cukru + 2 łyżki soli + 480 cm³ octu). Do każdego słoika dodano 1 liść laurowy oraz po 2 ziarna pieprzu i ziela angielskiego oraz 1 łyżeczkę oleju. W zależności od wariantu, słoiki pasteryzowano 5 bądź 15 min. Tak przygotowane słoiki umieszczano w ciemności i w niskiej temperaturze (chłodziarka – Ch), w ciemności w temperaturze pokojowej (szafka – S), oraz na świetle w wysokiej temperaturze (parapet okienny – O). W tab. I przedstawiono zakresy temperatur w jakich było prowadzone doświadczenie. Paprykę konserwowano w dwóch powtórzeniach dla każdego z wariantów, natomiast wszystkie oznaczenia analityczne wykonywano w 3 powtórzeniach.

B a d a n o: wartość pH zalewy wyjściowej oraz zalew z poszczególnych słoików w określonych terminach, zawartość witaminy C w zalewach w 3 terminach, zawartość witaminy C w papryce świeżej i w papryce konserwowej w 3 terminach, zawartość suchej masy w papryce świeżej i konserwowej w 3 różnych terminach, zawartość barwników w papryce świeżej i przechowywanej 4 miesiące.

Zawartość witaminy C w zalewach i papryce oznaczono za pomocą metody *Tillmansa* (12). Barwniki z papryki ekstrahowano za pomocą metanolu. Ekstrakcję prowadzono w ciemności w temp. 4°C przez 24 h. Próbkę wirowano, a supernatant poddano analizie spektrometrycznej za pomocą Spektrometru UV-VIS Lambda 20 firmy Perkin-Elmer, w zakresie światła widzialnego. Wyniki przedstawiono w umownych jednostkach absorpcji w przeliczeniu na gram suchej masy papryki (A/nm·g_{sm}).

Przeprowadzona analiza statystyczna obejmowała obliczenie wartości współczynników korelacji pomiędzy analizowanymi parametrami (temperatura, wartość pH zalewy, zawartość witaminy C w papryce i zalewie). Przeprowadzono także analizę skupień za pomocą metody *Warda* (13).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tab. I przedstawiono zmiany wartości pH zalewy w poszczególnych wariantach. Najniższą wartością pH odznaczała się zalewa wyjściowa (pH = 3,37), przy czym po pasteryzacji wartość ta wzrastała. Dalsze przechowywanie również miało wpływ na zmianę wartości pH zalewy. Można stwierdzić, że niezależnie od wariantu (pasteryzacja 5 i 15 min) z upływem czasu wartość pH zalewy wzrasta w porównaniu z zalewą wyjściową i zalewą bezpośrednio po pasteryzacji. Najwyższą wartością pH odznaczała się zalewa papryki pasteryzowanej 5 min, przechowywanej w chłodziarce i analizowanej po upływie 4 miesięcy (wariant L5IX). Wartości pH zalew były istotnie ujemnie skorelowane z temperaturą przechowywania papryki – $r = -0,61$ ($p < 0,05$).

Tabela I. Wartości pH zalew

Table I. pH values of vinegar solutions

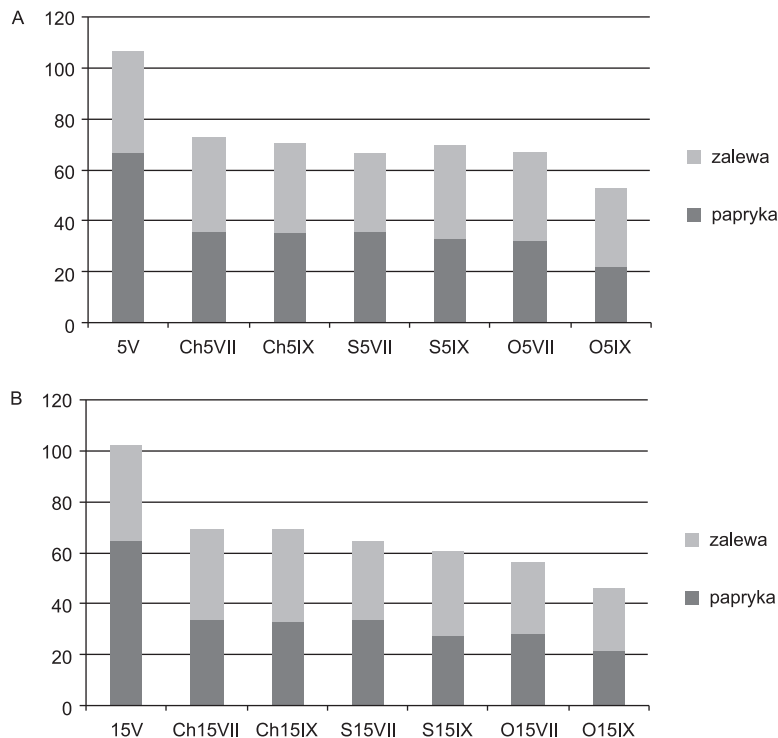
Termin pomiaru i symbol próbki	Zalewa użyta w doświadczeniu	Po pasteryzacji	Miejsce przechowywania		
			chłodziarka (Ch)	szafka (S)	okno (O)
czas pasteryzacji – 5 min					
05.05	3,37	–	–	–	–
06.05 (V)	–	3,87	–	–	–
07.07 (VII)	–	–	4,25	4,06	4,22
05.09 (IX)	–	–	4,85	4,27	4,16
czas pasteryzacji – 15 min					
		Po pasteryzacji	chłodziarka (Ch)	szafka (S)	okno (O)
05.05	3,37	–	–	–	–
06.05 (V)	–	3,85	–	–	–
07.07 (VII)	–	–	4,20	4,06	4,16
05.09 (IX)	–	–	4,47	4,19	4,04
Temperatura przechowywania (°C)			6,0	23,4–26,8	36,4–39,2

Zawartość witaminy C w materiale roślinnym kształtowała się w bardzo szerokich granicach. Papryka świeża użyta w doświadczeniu zawierała 199,28 mg wit.C/100 g części jadalnych. Badania *Davey* i współpr. (14) oraz *Surmy-Zadory* i współpr. (10) wykazały niższe zawartości witaminy C w papryce żółtej, wynoszące od 90,0 do 135,8 mg/100 g.

Po pasteryzacji trwającej 5 i 15 min zawartość witaminy zmniejszała się odpowiednio do 66,62 i 66,64 mg wit.C/100 g_{czj}. Zmiany zawartości witaminy C w papryce marynowanej stwierdziły także w swych badaniach *Rembiałkowska* i *Hallmann* (15), jednak spadek zawartości był znacznie mniejszy i wynosił odpowiednio 15,5 i 40,3% dla papryki uprawianej konwencjonalnie i ekologicznie.

Stwierdzono, że niezależnie od czasu pasteryzacji w trakcie przechowywania zmniejszało się stężenie witaminy C w analizowanym materiale (ryc. 1A i 1B).

Analizując zmiany zawartości witaminy C w papryce zwraca uwagę fakt, że także miejsce przechowywania odgrywało istotną rolę. Największe straty zawartości witaminy C, wynoszące maksymalnie 66,51 i 66,65% stwierdzono w papryce wystawionej na działanie wysokiej temperatury i promieniowania słonecznego (warianty O5IX i O15IX). Nie stwierdzono znaczących różnic zawartości witaminy C w papryce przechowywanej w ciemności (chłodziarka – szafka), szczególnie w przypadku papryki pasteryzowanej 5 min. Wydaje się, że temperatura przechowywania w tym układzie nie miała większego znaczenia (warianty L i S). Rozpatrując całościowo wszystkie warianty można stwierdzić, że zawartość witaminy C w papryce była istotnie ujemnie skorelowana z temperaturą w jakiej przechowywane były próbki – $r = -0,66$ ($p < 0,05$).



Ryc. 1. Zawartość witaminy C (mg/100 g_{czj}) w papryce i zalewach: A – pasteryzacja 5 min; B – pasteryzacja 15 min.

Fig 1. Content of vitamin C in paprika and vinegar solutions: A – 5 min pasteurisation; B – 15 min pasteurisation.

Witamina C należy do grupy witamin rozpuszczalnych w wodzie toteż analizie poddano również zalewy. Podobnie jak w przypadku papryki niższą zawartością witaminy C odznaczała się zalewa ze słoików pasteryzowanych 15 min – 37,90 mg wit.C/100 cm³ w porównaniu z zalewą ze słoików pasteryzowanych 5 min – 40,00 mg wit.C/100 cm³. Wraz z upływem czasu zawartość witaminy C w słoikach przechowywanych w chłodziarce i na parapecie okiennym, niezależnie od czasu pasteryzacji, zmniejszała się. W próbkach pozostawionych w szafce (ciemność, temperatura pokojowa) w lipcu stwierdzono obniżenie zawartości witaminy C, po czym ponowny wzrost stężenia we wrześniu. Zmiany te, wynoszące od 2 do 6 mg, stwierdzono zarówno w zalewie pasteryzowanej 5, jak i 15 min (ryc. 1A i 1B). Trudno natomiast szczegółowo określić czym zmiany te były spowodowane. Zawartość witaminy w zalewie była istotnie ujemnie skorelowana z temperaturą przechowywania $r = -0,74$ ($p < 0,05$).

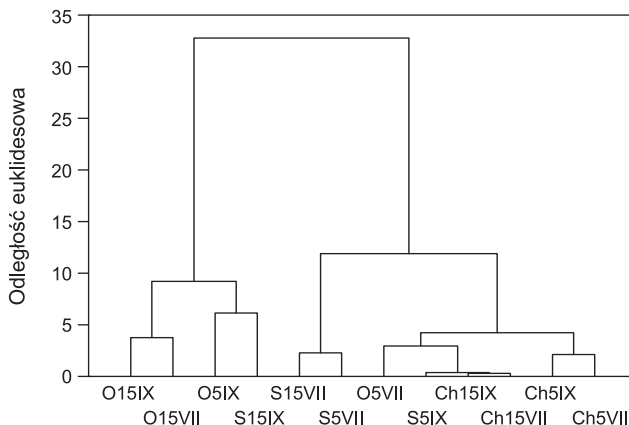
Analizując zawartość witaminy C w papryce i zalewie można stwierdzić, że podczas procesu pasteryzacji destrukcji ulega od 46,50 do 48,54% witaminy, w zależności od długości trwania procesu (5 i 15 min). Obniżenie zawartości witaminy C w papryce jest tylko częściowo spowodowane rozkładem podczas ogrzewania ponieważ znaczna jej ilość rozpuszcza się w zalewie. Witamina C znajdująca się

w kwaśnej zalewie ulega w mniejszym stopniu rozkładowi podczas przechowywania niż ta znajdująca się w papryce.

Otrzymane wyniki poddano analizie skupień za pomocą metody *Warda* (16). Metoda do oszacowania odległości między skupieniami wykorzystuje podejście analizy wariancji. Jest to metoda efektywna, ale prowadzi do wyodrębnienia skupień o małej wielkości. Przeprowadzona analiza pozwoliła na wydzielenie dwóch podstawowych skupień (ryc. 2). Pierwsze skupienie utworzyły 4 próbki o najniższej zawartości witaminy C wynoszącej poniżej 32 mg wit. C/100 g_{cz.j.} (O15IX, O5IX, O15VII, S15IX), skupienie drugie to próbki pozostałe odznaczające się wysoką zawartością witaminy w papryce. Jednak ze skupienia drugiego zostały wyraźnie wydzielone dwie próbki (S5VII, S15VII). Próbki te odznaczały się wysoką zawartością witaminy C w papryce, ale zdecydowanie niższym stężeniem witaminy w zalewie w porównaniu z innymi próbkami tego skupienia.

Na ryc. 3 przedstawiono widma w zakresie światła widzialnego metanolowych ekstraktów barwników. Otrzymane widma wskazują, że podczas pasteryzacji zachodzą zarówno zamiany ilościowe (tab. II), jak i jakościowe, świadczące o zmianach wartości absorbancji i zmian długości fal przy jakich stwierdzano występowanie maksimum absorpcji (ryc. 3A).

Natomiast w przypadku papryki przechowywanej 4 miesiące otrzymane wyniki świadczą o znaczących zmianach zawartości barwników, które zachodziły głównie w papryce wystawionej na działanie wysokiej temperatury i światła słonecznego przechodzącego przez szybę okienną. Na zmiany te, czas pasteryzacji nie miał większego wpływu (ryc. 3B i 3C).



Ryc. 2. Wyniki analizy skupień przeprowadzonej za pomocą metody *Warda* na podstawie analizowanych parametrów: wartość pH zalewy, zawartość witaminy C w papryce i zalewie.

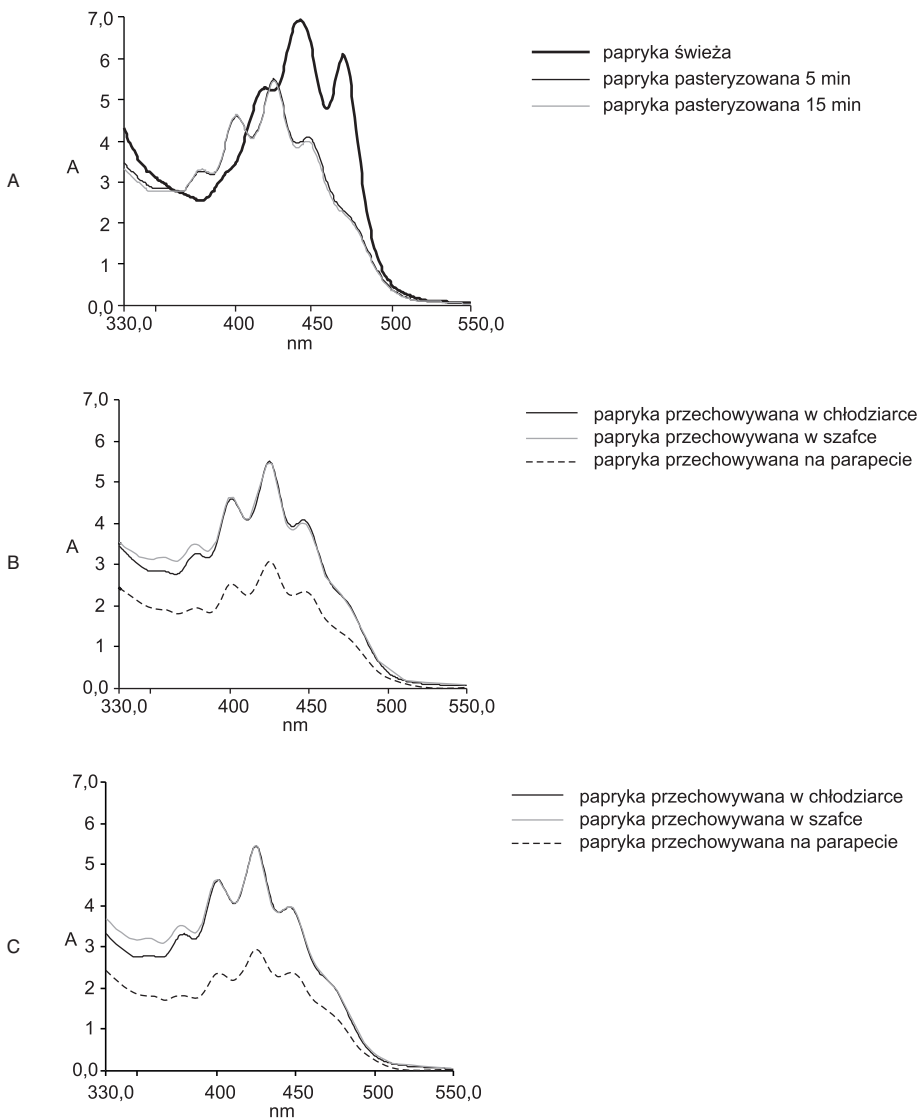
Fig. 2. Results of cluster analysis performed by the Ward method based on the analysed parameters: the pH value of vinegar solution, the content of vitamin C in paprika and vinegar solution.

Tabela II. Zawartość barwników w ekstraktach z papryki (A/nm·g_{sm})

Table II. Content of pigments in paprika extracts (A/nm·g_{dw})

Papryka świeża	679,82				
Czas pasteryzacji – 5 min		Czas pasteryzacji – 15 min			
Po pasteryzacji	4 miesiące po pasteryzacji	Po pasteryzacji	4 miesiące po pasteryzacji		
560,23	L5IX	550,68	549,34	L15IX	541,71
	S5IX	563,73		S15IX	566,89
	O5IX	328,10		O15IX	322,61

Rembialkowska i Hallmann (15) stwierdziły, że spadek zawartości karotenoidów w papryce marynowanej wynosił od 26 do 45%. Niższymi stratami odznaczała się papryka pochodząca z uprawy konwencjonalnej w porównaniu z papryką uprawianą ekologicznie.



Ryc. 3. Znormalizowane widma barwników: A – papryka świeża i bezpośrednio po pasteryzacji; B – papryka pasteryzowana 5 min po 4 miesiącach przechowywania; C – papryka pasteryzowana 15 min po 4 miesiącach przechowywania.

Fig. 3. Standard spectra of pigments: A – fresh paprika and paprika immediately after pasteurisation; B – paprika pasteurised for 5 min after 4 months of storage; C – paprika pasteurised for 15 min after 4 months of storage.

WNIOSKI

1. Na zawartość witaminy C i karotenoidów w żółtej papryce konserwowej miał wpływ zarówno proces pasteryzacji, jak i sposób przechowywania.
2. Stwierdzono, że czas pasteryzacji w niewielkim stopniu miał wpływ na zawartość witaminy C w papryce konserwowej.
3. Ekspozycja konserwowej papryki na wysoką temperaturę i światło słoneczne spowodowała znaczne zmniejszenie zawartości witaminy C i barwników.

J. Cieślewicz, A. Grzelakowska

INFLUENCE OF STORAGE CONDITIONS ON THE CONTENT OF VITAMIN C
AND CAROTENOIDS IN CANNED YELLOW PAPRIKA

Summary

The aim of the study was to determine the impact of duration of pasteurisation and the storage method on the content of vitamin C and carotenoids in canned yellow paprika.

After removal of inedible parts, paprika was placed in jars and was immersed in vinegar solution and pasteurised for 5 or 15 minutes. In the thus-prepared preserves, the content of dry matter was determined, as well as the pH value of vinegar solutions and the content of vitamin C in the paprika and vinegar solutions. Jars with paprika were placed in the dark at room temperature, in the dark at lower temperature and in the sunlight at elevated temperature, where they remained for a period of 2 to 4 months. Pigments were extracted with methanol both from the fresh paprika and from the paprika stored for 4 months.

After the process of pasteurisation, the content of vitamin C in the paprika decreased from 199.28 mg vit. C/100 g_{c.p.} to 66.62 and 66.64 mg vit. C/100 g_{c.p.} (pasteurisation for 5 and 15 min, respectively). The storage of the canned paprika resulted in a further reduction of the ascorbic acid content. The largest losses of the vitamin C content, as compared with the concentrations recorded immediately after pasteurisation – maximum 66.51 and 66.65% (5 and 15 min, respectively), were recorded in the paprika exposed to high temperature and solar radiation. The process of pasteurisation reduced the content of pigments in paprika, whereas longer storage in a refrigerator or a cupboard did not cause any further changes. Considerable reduction in the content of carotenoids was recorded in samples stored at high temperature and exposed to solar radiation.

PIŚMIENNICTWO

1. Gumul D., Korus J., Achremowicz B.: Wpływ procesów przetwórczych na aktywność przeciwutleniającą surowców pochodzenia roślinnego. *Żyw. Nauk. Tech. Jakość*, 2005; 4(45): 41-48. – 2. Hosseini Sarghein S., Carapetian J., Khara J.: Effects of UV-radiation on photosynthetic pigments and UV absorbing compounds in *Capsicum longum* (L.). *Int. J. Bot.*, 2008; 4(4): 486-490. – 3. Kleszczewska E.: Biologiczne znaczenie witaminy C ze szczególnym z uwzględnieniem jej znaczenia w metabolizmie skóry. *Pol. Merk. Lek.*, 2007; 23(138): 1462-1465. – 4. Maćkowiak K., Torliński L.: Współczesne poglądy na rolę witaminy C w fizjologii i patologii człowieka. *Now. Lek.*, 2007; 76(4): 349-356. – 5. Mazur B., Borowska E.J., Polak M.: Zawartość witaminy C i pojemność przeciwutleniająca owoców i przecierów z żurawiny błotnej i wielkoowocowej. *Żyw. Nauk. Tech. Jakość*, 2009; 2(63): 130-137. – 6. Mazurek A., Jamroz J.: Stabilność witaminy C w sokach owocowych i nektarze z czarnej porzeczki podczas przechowywania. *Acta Agrophys.*, 2010; 16(1): 93-100. – 7. Bone R.A., Landrum J.T.: Minireview. Lutein, zeaxanthin and the macular pigment. *Arch. Biochem. Biophys.*, 2001; 385: 28-40. – 8. Deli J., Matus Z., Molnar P., Tóth G.: Separation and identification of carotenoids from different colored paprika (*Capsicum annuum*) by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Eur. Food Res. Technol.*, 2001; 213: 301-305. – 9. Melo E de A., Lima V.L.A.G., Maciel M.I.S., Caetano A.C. da S., Leal F.L.L.: Polyphenol, ascorbic

acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. *Braz. J. Food Technol.*, 2006; 9: 89-94. – 10. *Surma-Zadora M., Cieślak E., Grzych-Tuleja E., Bodzioch A.*: Próba znalezienia współzależności pomiędzy zawartością witaminy C a barwą papryki. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2011; 44(1): 17-24.

11. *Rumińska A.*: Papryka roczna. *Wiad. Ziel.*, 1993; 35(3): 16-17. – 12. PN-A-75101-11:1990. Przetwory owocowe i warzywne – Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych – Oznaczanie zawartości witaminy C. – 13. *Ward J.H.*: Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Ass.*, 1963; 58: 236-244. – 14. *Davey M.W., Van Montagu M., Inze D., Sanmartin M., Kanellis A., Smirnoff N., Benzie I.J.J., Strain J.J., Favell D., Fletcher J.*: Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *J. Sci. Food Agric.*, 2000; 80: 825-860. – 15. *Rembialska E., Hallmann E.*: Zmiany zawartości związków bioaktywnych w owocach papryki marynowanej z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *J. Res. Appl. Agr. Eng.* 2008; 53(4): 51-57.

Adres: 85-029 Bydgoszcz, ul. Bernardyńska 6/8