

WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA ZAWARTOŚĆ WITAMINY C W WARZYWACH

Brygida Wierzbicka, Marzena Kuskowska

Streszczenie. Badania zawartości witaminy C przeprowadzono na materiale roślinnym pochodzącym z upraw doświadczalnych Katedry Ogrodnictwa UWM w Olsztynie w latach 1998-2000. W doświadczeniu uwzględniono wpływ różnych czynników: gatunek, odmiana, okres uprawy, miejsce i metoda uprawy, nawożenie dolistne oraz czas składowania na akumulację kwasu L-askorbinowego w częściach jadalnych warzyw. Zbadano 20 gatunków warzyw pochodzących z uprawy polowej i z nieogrzewanego tunelu foliowego. Poziom składnika określano metodą Tillmansa [Pijanowski i in. 1964].

W warzywach zróżnicowana zawartość witaminy C zależała głównie od analizowanego gatunku. Najwyższym poziomem składnika – ponad 100 mg·100 g⁻¹ charakteryzowały się jagody papryki, natomiast poniżej 6 mg witaminy C w 100 g świeżej masy nagromadziły korzenie skorzonery i salsefii, nasiona soi oraz owoce ogórka w roku 1998. Nie wykazano regularnych prawidłowości w zmianach zawartości witaminy C w owocach ogórka i liściach sałaty w kolejnych latach, w zależności od stosowanych metod uprawy polowej. Wykazano natomiast wpływ odmiany i warunków przechowywania na zawartość tego składnika w główkach kapusty. Poziom kwasu L-askorbinowego kształtował się od 33,4 mg·100 g⁻¹ w odmianie 'Kamienna Głowa' do 48,4 mg·100 g⁻¹ w kapuście 'Litewska'. Straty witaminy C po 60 dniach składowania w nieodpowiednich warunkach wynosiły od 12,9 do 52,8%. Wykazano również istotny wpływ terminu letniego siewu na ilość witaminy C w korzeniach dwóch odmian rzodkwi, gdzie odmiana 'Murzynka' charakteryzowała się wyższą zawartością składnika. Uzyskano również dodatni wpływ nawożenia dolistnego na zawartość witaminy C w korzeniach buraka ćwikłowego.

Słowa kluczowe: witamina C, warzywa, zabiegi uprawowe

WSTĘP

Witamina C jest niezbędnym egzogennym składnikiem pokarmowym dla człowieka, a jej niedobór powoduje osłabienie organizmu i podatność na wiele chorób infekcyjnych [Wartanowicz 1989, Wartanowicz i Ziemiański 1992]. Kwas L-askorbinowy ma silne właściwości redukcyjne. W roztworach witamina C jest wrażliwa na ogrzewanie, szczególnie w obecności tlenu oraz metali ciężkich. Rozpad kwasu L-askorbinowego przyspiesza środowisko alkaliczne lub obojętne, suszenie, środki antyseptyczne i nie-

które leki [Szczygieł 1975]. Biologiczne funkcje tej witaminy to przede wszystkim udział w biosyntezie kolagenu, katecholamin, metabolizmie lipidów. Obok witaminy E jest głównym antyoksydantem we krwi i płynach ustrojowych, ma wpływ na przyswajanie żelaza i jest modulatorem mutagenyzy i karcinogenyzy [Wartanowicz i Ziemiański 1992, Borawska i in. 1994]. Dzielne zapotrzebowanie na witaminę C waha się od 30 do 85 mg [Wartanowicz i Ziemiański 1992, Markowski 1995].

Głównym źródłem witaminy C są świeże owoce i warzywa. W Polsce najczęściej spożywa się warzywa kapustnych, owoców jagodowych i ziemniaków. Szczególnie zasobne w witaminę C są żółte i zielone części jadalne roślin warzywnych [Wieczorek i Traczyk 1995, Kunachowicz i in. 1998].

Zawartość kwasu L-askorbinowego i jego ilość w warzywach, owocach i przetworach zależy od bardzo wielu czynników. Najważniejsze z nich to gatunek (odmiana), miejsce i metoda uprawy, warunki klimatyczne danego regionu, agrotechnika, stopień dojrzałości w czasie zbioru, przechowywanie oraz technologia przetwarzania i konserwowania [Secomska, 1973, Kmiecik i Lisiewska 1994, Wieczorek i Traczyk 1995, Wierzbicka 1999, Capecka i in. 2000].

Celem doświadczenia przeprowadzonego w latach 1998–2000 w Katedrze Ogrodnictwa UWM w Olsztynie była próba oceny wpływu różnych czynników agrotechnicznych na zawartość witaminy C w częściach jadalnych warzyw zarówno powszechnie spożywanych, jak i mniej znanych.

MATERIAŁ I METODY

Analizy zawartości witaminy C w częściach jadalnych 20 gatunków warzyw wykonano w sezonach wegetacyjnych lat 1998–2000. Badania obejmowały materiał roślinny pochodzący z doświadczeń odmianowo-agrotechnicznych Katedry Ogrodnictwa UWM w Olsztynie prowadzonych na polu oraz w nieogrzewanym tunelu foliowym. Warzywa na polu uprawiane były w pierwszym lub drugim roku po oborniku zastosowanym jesienią w dawce $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ z zachowaniem odpowiedniego zmianowania, na glebie brunatnej klasy IV b zasobnej w składniki pokarmowe. W okresie wiosennym na zbiór wczesny uprawiano sałatę głowiastą masłową w polu i w tunelu foliowym oraz rzodkiew odmiany 'Agata' i 'Murzynka'. Zarówno sałatę, jak i ogórek w polu uprawiano z rozsady. Rośliny po wysadzeniu do gruntu osłaniano folią perforowaną o 100 otworach na 1 m^2 , włókniną oraz prowadzono na glebie ściółkowanej czarną folią. Na zbiór jesienią uprawiano kapustę głowiastą 5 odmian późnych, marchew oraz rzodkiew. Pozostałe warzywa stanowiły plon główny. W trakcie wegetacji wykonywano zabiegi pielęgnacyjne zgodnie z wymaganiami gatunku. Rośliny buraka ćwikłowego nawożono dolistnie po wytworzeniu 4–5 liści właściwych nawozem wieloskładnikowym Ekosol U w dwóch stężeniach.

Wszystkie warzywa zbierano w okresie dojrzałości użytkowej. Kapustę głowiastą składowano przez okres 60 dni w temperaturze $5\text{--}10^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza 85–90%. Bezpośrednio po zbiorze warzywa dokładnie myto i pobierano średnie próby do analiz. Zawartość witaminy C w materiale określano metodą Tillmansa [Pijanski i in. 1964].

Wyniki badań poddano analizie wariancji, a istotność różnic oceniano testem Dunca-
na przy poziomie istotności $p = 0,05$.

WYNIKI I DISKUSJA

Badania nad zawartością witaminy C w częściach jadalnych warzyw wykazały, że
gromadzenie tego związku zależy w głównej mierze od gatunku, ale również od odmia-
ny, warunków klimatycznych i agrotechniki prowadzenia upraw oraz przechowywania.

Analizując różne gatunki warzyw zarówno powszechnie spożywanych, jak i mniej
znanych, stwierdzono zróżnicowane ilości witaminy C, które nie zawsze były porów-
nywalne z wynikami innych autorów zamieszczonymi w tabeli 1.

Tabela 1. Średnia zawartość witaminy C w różnych gatunkach warzyw, $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$
Table 1. Average content of vitamin C in different vegetable species, $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$

Gatunek Species	Badania własne Own study	[Charłampowicz i. in. 1966]	[Kunachowicz i. in. 1998]
Czosnek – Garlic	7,7-15,9	4	31,0
Fasola szparagowa zielona – French bean green	12,7		
Fasola szparagowa żółta – French bean yellow	12,7-15,1	25	23,8
Fenkuł (liście) – Fennel (leaves)	42,3		
Fenkuł (zgrubienie) – Fennel (shaft)	8,6		
Kabaczek – Summer squash	10,7		
Kalarepa – Kohlrabi	28,7	69	64,7
Kukurydza cukrowa – Sugar corn	8,2-10,3	13	12,0
Marchew – Carrots	6,0	10	3,4
Miechunka (owoce duże) – Ground cherry (large fruits)	24,0-25,0		
Miechunka (owoce małe) – Ground cherry (small fruits)	40,8-59,2		
Por – Leek	11,6		20,2
Salsefia – Salsify	5,2	3	
Seler – Celery	7,6		8,2
Skorzonera – Scorzonera	4,7	4	
Soja – Soya	1,8-3,5	5	

W przeprowadzonym doświadczeniu najwyższym poziomem witaminy C – ponad
 $100\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ charakteryzowały się owoce papryki (tab. 4), co jest zgodne z wynikami
Kunachowicza i in. [1998], około $35\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ składnika zawierały liście kopru wło-
skiego, miechunka pomidorowa o owocach małych i kapusta głowiasta (tab. 1 i 5).
Średni poziom kwasu L-askorbinowego powyżej $10\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ nagromadziła fasola
szparagowa, kabaczek, kalarepa, miechunka pomidorowa o owocach dużych, por, sała-
ta, rzodkiew i burak ćwikłowy (tab. 1, 2, 4, 5, 6, 7). Najmniejsze średnie zawartości
składnika, poniżej $6\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ zgromadziły korzenie skorzonery, salsefii, nasiona soi
oraz owoce ogórka w roku 1998 (tab. 1 i 2).

Analizując wpływ polowej metody uprawy ogórka i sałaty na poziom kwasu
L-askorbinowego, wykazano, że ilość składnika w częściach jadalnych pochodzących
z 3 metod uprawy zależała istotnie także od warunków klimatycznych danego roku
uprawy i nie wykazywała regularnych prawidłowości (tab. 2, 3). Metoda uprawy ogórka
polowego nie wpłynęła istotnie na zawartość witaminy C, której średni poziom z trzech

lat uprawy wahał się od 8,3 do 8,7 mg·100 g⁻¹ owoców. Natomiast istotny wpływ miały warunki klimatyczne w trzech latach uprawy ogórka. Najmniej witaminy C zawierały owoce ogórka w roku najchłodniejszym o najniższej sumie opadów w okresie wegetacji 1998 roku (tab. 3) – od 4,6 mg·100 g⁻¹ w owocach z poletek bez osłon do 6,3 mg·100 g⁻¹ w owocach pochodzących z roślin osłanianych folią perforowaną. Najwyższą zawartość witaminy C zanotowano w roku najcieplejszym 1999, w którym owoce ogórka zgromadziły średnio 10,4 mg składnika w 100 g świeżej masy.

Tabela 2. Wpływ metody i roku uprawy na zawartość witaminy C w częściach jadalnych ogórka i sałaty, mg·100 g⁻¹
Table 2. Effect of method and the year of growing on the content of vitamin C in edible parts of cucumber and lettuce, mg·100g⁻¹

Gatunek Species	Rok uprawy Year of growing (B)	Metoda uprawy – Method of growing				Średnio Average
		Bez osłon No covers	Ściółkowanie gleby Soil mulching	Oslanianie roślin folią perforowaną Direct covering of plants by perforated PE with 100 holes in m ²	Oslanianie roślin włókniną Direct covering of plants non-woven PP 17g m ⁻²	
Ogórek Cucumber	1998	4,6	5,7	6,3	5,5	5,5
	1999	10,8	9,9	10,2	10,6	10,4
	2000	9,5	10,3	9,4	9,8	9,7
Średnio – Average		8,3	8,6	8,6	8,7	
NIR – LSD _{p=0,05}		(A) – n.s. (B) – 0,4 (A)×(B) – 0,8				
Sałata Lettuce	1998	12,0	12,7	16,3	12,1	13,3
	1999	13,9	15,0	13,4	13,6	14,0
	2000	12,1	13,5	10,2	8,8	11,1
Średnio – Average		12,7	13,7	13,3	11,5	
NIR – LSD _{p=0,05}		(A) – 0,6 (B) – 0,5 (A)×(B) – 0,1				

Tabela 3. Średnia miesięczna temperatura (°C) i suma opadów (mm) 1998–2000
Table 3. Mean monthly temperature (°C) and sums of precipitation (mm) 1998–2000

Rok Years	Miesiąc – Month						Średnio Average
	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Temperatura – Temperature, °C							
1961–1990	1,0	6,5	12,6	15,7	17,4	16,9	11,7
1998	0,4	8,9	13,5	16,3	16,6	15,3	11,8
1999	3,7	8,4	11,0	17,2	19,5	16,9	12,8
2000	2,0	10,7	14,0	16,1	15,9	16,9	12,6
Opady – Precipitation, mm							
1961–1990	24,9	32,8	49,4	83,9	74,9	71,4	337,7
1998	30,5	52,3	62,8	80,9	57,0	81,3	364,8
1999	24,7	99,3	75,8	113,5	44,3	73,4	431,0
2000	48,5	20,8	53,5	34,8	98,7	110,8	367,1

Tabela 4. Wpływ metody uprawy na zawartość witaminy C w sałacie i papryce uprawianej w tunelu foliowym, mg·100 g⁻¹Table 4. Influence of growing method on the content of vitamin C in lettuce and paprika grown in a plastic tunnel, mg·100 g⁻¹

Gatunek Species	Metoda uprawy Method of growing		
	Doniczki ziemne Earth pots	Grunt Ground	Cylindry Cylinders
Sałata Lettuce	13,4		11,7
NIR – LSD _{p=0,05}		1,3	
Papryka Paprika		128,7	140,1
NIR – LSD _{p=0,05}		2,3	

Tabela 5. Wpływ przechowywania na zawartość witaminy C w główkach kapusty, mg·100 g⁻¹Table 5. Effect of storage on the content of vitamin C in cabbage heads, mg·100 g⁻¹

Odmiana kapusty Cabbage cultivars (A)	Okres przechowywania, dni – Time of storage, days (B)			% straty % loss
	0	30	60	
'Kamienna Głowa'	33,4	29,9	20,5	38,5
Langendijker	42,5	39,1	36,9	12,9
'Litewska'	48,4	26,8	22,8	52,8
Włoska – Langendijker Dauer	36,1	29,5	28,1	22,1
Czerwona – Langendijker	46,3	42,5	30,1	34,9
NIR – LSD _{p=0,05}	(A) – 3,0 (B) – 2,3 (A)×(B) – 5,3			

Tabela 6. Wpływ terminu siewu na zawartość witaminy C w zgrubieniach dwóch odmian rzodkwi

Table 6. Influence of seedling date on the content of vitamin C in swells of two radish cultivars

Termin siewu Seeding date (A)	Odmiana Cultivar (B)	Witamina C – Vitamin C, mg·100 g ⁻¹
		Średnio – Average
Wiosna – Spring	'Agata'	14,5
	'Murzynka'	14,8
Średnio – Average		14,7
Lato – Summer	'Agata'	10,7
	'Murzynka'	21,4
Średnio – Average		16,1
NIR – LSD _{p=0,05}	(A) – 0,8 (B) – 0,7 (A)×(B) – 1,1	

Tabela 7. Wpływ nawożenia dolistnego na zawartość witaminy C w korzeniach buraka ćwikłowego

Table 7. Influence of foliar nutrition on the content of vitamin C in the roots of redbeet

Dawka nawozu dolistnego Dose of fertilizer	Witamina C Vitamin C, mg·100 g ⁻¹	Średnio Average
Kontrola – Control	9,4–13,5	11,0
Ekosol 0,01%	11,6–16,6	13,9
Ekosol 0,02%	9,7–15,5	13,3

Istotne różnice w zawartości witaminy C w zależności od zastosowanej metody i roku uprawy wykazano w liściach sałaty (tab. 2). W uprawie polowej sałaty temperatura i opady szczególnie w maju, w okresie zbioru miały istotny wpływ na zawartość witaminy C w częściach jadalnych. Średnio najmniej składnika w 2000 roku ($8,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) nagromadziła sałata osłaniana włókniną. Natomiast najwięcej kwasu L-askorbinowego ($13,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) zawierały liście sałaty uzyskane z poletek ściółkowanych czarną folią. Wysokie wartości badanego składnika w sałacie stwierdzono w roku 1999, w którym zanotowano najniższe temperatury maja oraz wysoką sumę opadów. Poziom witaminy C w roku 1999 w liściach sałaty wahał się od $13,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ z uprawy z zastosowaniem folii perforowanej do $15 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ w główkach sałaty zebranej z gleby ściółkowanej czarną folią. Wysoka temperatura w okresie poprzedzającym zbiór sałaty ograniczała gromadzenie ilości kwasu L-askorbinowego w jej liściach. Wcześniejsze badania Wierzbickiej [1999] potwierdzają zmienność zawartości witaminy C w sałacie wynikającą z osłaniania roślin i z przebiegu warunków klimatycznych, jak również braku regularnych prawidłowości w kolejnych latach doświadczenia. Także Capecka i in. [2000] analizując skład chemiczny rzodkwi, wykazali istotny wpływ osłon na ilość kwasu L-askorbinowego i brak powtarzania się zależności w latach badań.

Metoda uprawy miała istotny wpływ na kumulowanie witaminy C w liściach sałaty i jagodach papryki z uprawy w tunelu foliowym nieogrzewanym. Sałata rosnąca w doniczkach ziemnych zgromadziła o 13% więcej składnika w porównaniu z sałatą uprawianą w cylindrach winidurowych bez dna. Papryka natomiast odznaczała się wyższą o 8% zawartością witaminy C z uprawy w cylindrach w porównaniu z roślinami prowadzonymi w gruncie tunelu (tab. 4).

W przeprowadzonym doświadczeniu wystąpiły istotne różnice w poziomie kwasu L-askorbinowego w 5 odmianach kapusty głowiastej. Analizowane odmiany charakteryzowały się średnią ilością witaminy C od $33,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ w odmianie 'Kamienna Głowa' do $48,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ w odmianie 'Litewska' (tab. 5). Uzyskane wartości nie odbiegają od wyników uzyskanych przez innych autorów [Charłampowicz i in. 1966, Borawska i in. 1994, Kunachowicz i in. 1994]. Wpływ odmiany na zawartość witaminy C podkreśla także Schuphan [1966] oraz Wierzbicka [1999], analizując 5 odmian sałaty.

Ważnym czynnikiem wpływającym na poziom witaminy C w warzywach są warunki i okres przechowywania oraz odmiana [Schuphan 1966]. W czasie składowania kapusty w temperaturze piwnicy domowej ($5\text{--}10^\circ\text{C}$), stwierdzono istotne zmiany w ilości badanego składnika. Poziom kwasu L-askorbinowego w główkach kapusty w miarę wydłużającego się czasu przechowywania znacznie się obniżył i po dwóch miesiącach spadek witaminy C wyniósł od 12,9% w kapuście głowiastej białej odmiany 'Langendijker' do 52,8% w kapuście 'Litewska', która bezpośrednio po zbiorze charakteryzowała się najwyższą ilością składnika (tab. 5). Jak podają Grzesiuk i Górecki [1994], w czasie przechowywania następuje zazwyczaj nieodwracalne utlenianie kwasu askorbinowego. Cytowani autorzy potwierdzają ubytek do 18% witaminy C w kapuście po składowaniu przez 24 tygodnie w temperaturze $-0,5$. Wieczorek i Traczyk [1995] wykazali statystycznie istotny spadek witaminy C w chłodniczym przechowywaniu kapusty, który po 16 tygodniach wyniósł 15%, jak również znaczne ubytki tego składnika podczas gotowania i przechowywania kapusty poszatowanej. Przechowywanie wpływa również

ujemnie na zawartość kwasu L-askorbinowego w marynowanej papryce [Kmieciak i Lisiewska 1994].

Ważnym czynnikiem wpływającym na poziom witaminy C w rzodkwi obok odmiany jest termin siewu. Średnia ilość składnika w korzeniach odmiany 'Agata' wynosiła $12,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, natomiast w korzeniach odmiany 'Murzynka' – $18,1 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Wartości te są zbliżone do podanych przez innych autorów [Bąkowski i in. 1970, Capecka i in. 2000]. W doświadczeniu stwierdzono istotny wpływ zarówno terminu siewu, jak i uprawianej odmiany. Najwyższą zawartość witaminy C otrzymano w korzeniach odmiany 'Murzynka' z siewu letniego, natomiast najniższą ilość z tego samego terminu siewu nagromadziły zgrubienia odmiany 'Agata' (tab. 6).

Zawartość witaminy C w buraku ćwikłowym bez nawożenia dolistnego kształtowała się na poziomie od 9,4 do $13,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (tab. 7). Zastosowane nawożenie dolistne wpłynęło dodatnio na poziom kwasu L-askorbinowego, ponieważ korzenie zawierały od 9,7 do $16,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Biesiada i in. [2000] nie stwierdzili istotnego wpływu nawożenia dolistnego na zawartość witaminy C w sałacie kruchej i marchwi, natomiast Biesiada i Kołota [2001] wykazali wyższy poziom kwasu L-askorbinowego w nawożonej dolistnie kapuście. Wykazano także istotną niższą zawartość witaminy C w warzywach nawożonych wysokimi dawkami nawozów mineralnych, szczególnie azotowych. Schmalfluss i Schulze [1968] oraz Venter [1983] podają, że wysokie dawki nawożenia mineralnego, a zwłaszcza azotowego powodują istotne obniżenie poziomu witaminy C w warzywach.

WNIOSKI

1. Zawartość witaminy C w warzywach uzależniona jest od całokształtu czynników stosowanych w uprawie, z których najważniejszymi są: gatunek, odmiana, warunki klimatyczne, metoda i termin siewu oraz nawożenie.
2. Statystycznie udowodnione różnice odmianowe w zawartości kwasu L-askorbinowego wystąpiły w odmianach kapusty głowiastej i rzodkwi.
3. Zastosowane metody w polowej uprawie sałaty i ogórka wpływały na zmiany zawartości witaminy C w liściach i owocach, nie wykazano jednak regularnych prawidłowości w ilości składnika w kolejnych latach.
4. Dwumiesięczny okres przechowywania kapusty spowodował istotny spadek ilości kwasu L-askorbinowego w odmianach kapusty.
5. Zastosowanie nawożenia dolistnego wpłynęło korzystnie na zawartość witaminy C w korzeniach buraka ćwikłowego.

PIŚMIENNICTWO

- Bąkowski J., Michalik H., Sienkiewicz M., 1970. Wartości biologiczne niektórych warzyw, rzadziej w Polsce uprawianych. III. Ocena odmian, hodowla i nasiennictwo. Biul. Warzywn. 11, 249–265.
- Biesiada A., Kołota E., Osińska M., Michalak K., 2000. Wpływ nawożenia dolistnego na wybrane wskaźniki wartości odżywczej warzyw. Zesz. Nauk. AR Kraków. 364, 53–56.

- Biesiada A., Kołota E., 2001. The effect of foliar fertilization on yielding and biological value of white head cabbage. *Vegetable Crops Research Bulletin*. Vol. 54, No 2, 59–63.
- Borawska M., Omieljaniuk N., Markiewicz R., Kasialis A., 1994. Zawartość azotanów, azotynów i witaminy C w jadalnych i odrzucanych częściach wybranych warzyw. *Bromat. Chem. Toksykol.* 27, 1, 23–27.
- Capecka E., Siwek P., Libik A., 2000. Wpływ osłon do przykrycia płaskiego na zawartość wybranych składników organicznych w zgrubieniach rzodkwi japońskiej. *Annales UMCS Sect. EEE.* 8, 103–109.
- Charłampowicz Z., Kutzner H., Walczak H., 1966. Charakterystyka podstawowych składników warzyw krajowych. *Przem. Spoż.* 20, 1, 31–36.
- Grzesiuk S., Górecki R., 1994. Fizjologia plonów. Wprowadzenie do przechwalnictwa. ART, Olsztyn.
- Kmiecik W., Lisiewska Z., 1994. Zmiany zawartości witaminy C oraz azotanów i azotynów w czasie konserwowania i 18-miesięcznego przechowywania marynat z papryki. *Bromat. Chem. Toksykol.* 27(3), 231–236.
- Kunachowicz A., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K., 1998. Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. *Prace IŻŻ*, Warszawa.
- Markowski J., 1995. Owoce i warzywa a witamina C. *Ogrodnictwo* 1, 26.
- Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A., 1964. Technologia produktów owocowych i warzywnych. PWRiL, Warszawa T. I, 719 ss.
- Secomska B., 1973. Wpływ obróbki technologicznej na zachowanie witamin rozpuszczalnych w wodzie. *Przem. Spoż.* 27, 9, 385.
- Schmalfluss D., Schulze W., 1968. Untersuchungen über Inhaltstoffe (Carotin, Vitamine) von Pflanzen unter dem Einfluss verschiedener Mineraldüngung und Hand von Gefass- und Felddüngerversucher. Besondere Berücksichtigung der L-Ascorbinsäure. *Inst. Pflanz. Bedeneke Martin – Luter – Univ. Plan. N. 4503*, 28.
- Schuphan W., 1966. Jakość produktów pochodzenia roślinnego. PWRiL, Warszawa.
- Szczygieł A., 1975. Podstawy fizjologii żywienia. PZWL, Warszawa.
- Wartanowicz M., 1989. Witaminy antyoksydacyjne a schorzenia metaboliczne. *Żyw. Człow. Metabol.* 16, 4, 296.
- Wartanowicz M., Ziemiański S., 1992. Rola witaminy C (kwasu askorbinowego) w fizjologicznych i patologicznych procesach ustroju człowieka. *Żyw. Człow. Metabol.* 19, 3, 193–205.
- Wieczorek C., Traczyk I., 1995. Wpływ przechowywania i niektórych procesów technologicznych na zawartość azotanów, azotynów i witaminy C w kapuście białej. *Żyw. Człow. Metabol.* 22, 2, 165–173.
- Wierzbicka B., 1999. Wpływ metody uprawy na plonowanie kilku odmian sałaty masłowej w polu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 466, 117–128.
- Venter F., 1983. Der Nitratgehalt in Chinakohl (*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.). *Gartenbauwiss.* 48(1), 9–12.

THE EFFECT OF SOME FACTORS ON THE VITAMIN C CONTENT IN VEGETABLES

Abstract. The study into vitamin C content were performed on plants grown in the Department of Horticulture in University of Warmia and Mazury in Olsztyn in 1998–2000. A field experiment was conducted to study the effect of different factors such as species, cultivar, date and site of growing, growing method, foliar nutrition, time of storage on the accumulation of L-ascorbic acid in edible parts of vegetables. Twenty vegetable species grown in fields and in unheated plastic tunnels were studied. The content of the acid was estimated by the Tillmans method [Pijanowski et al. 1964]. The analyses showed a widely varied content of vitamin C in vegetable crops and the levels depended mainly on the species. Paprika berries had the highest content – over 100 mg·100 g⁻¹. The lowest content of vitamin C was found in scorzonera, salsify, soybeans and cucumber with below 6 mg per 100 mg of fresh mass in 1998. The effect of different cultivation methods on cucumber and lettuce leaves showed no regularities in vitamin C content changes in particular years of the experiment. However, the effect of cabbage cultivar and storage conditions on vitamin C content in cabbage was noted. The L-ascorbic acid content was 33.4 mg·100 g⁻¹ in ‘Kamienna Głowa’ and 48.4 mg·100 g⁻¹ in ‘Litewska’ cabbage. The losses in vitamin C during after 60 days of inadequate storage were from 12.9 to 52.8%. The effect of summer planting date on the content of vitamin C was also shown in two radish cultivars, where ‘Murzynka’ radish was characterised by a higher vitamin C content. The foliar nutrition gave positive results and increased the vitamin C content in redbeet.

Key words: vitamin C, vegetables, cultivation treatments

Brygida Wierzbicka, Marzena Kuskowska, Katedra Ogrodnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Romana Prawocheńskiego 21, 10-957 Olsztyn