

ANNA WRZODAK¹, MAREK GAJEWSKI²

¹Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Owoców i Warzyw
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

²Katedra Roślin Warzywnych i Leczniczych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

OCENA JAKOŚCI OWOCÓW POMIDORÓW POD WZGLĘDEM SKŁADU CHEMICZNEGO W ZALEŻNOŚCI OD ODMIANY I TRAKTOWANIA 1-MCP

ASSESSMENT OF CHEMICAL COMPOSITION OF TOMATO FRUITS DEPENDING ON THE CULTIVAR AND 1-MCP TREATMENT

Streszczenie. Celem badań było określenie właściwości chemicznych owoców pomidorów poddanych działaniu 1-MCP. Do badań wybrano pomidory dwóch odmian: odmiany tradycyjnej 'Faustine F1' oraz odmiany typu LSL (ang. *long shelf life*) 'Habana F1'. Pomidory były uprawiane w polu metodą przy palikach. Do doświadczeń zebrano owoce w stadium dojrzałości: „zielone wyrosnięte” i „czerwone”. Pomidory traktowane 1-metylocyklopropienem (1-MCP) w stężeniach 1,0 i 2,0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ oraz kontrolne (nietraktowane) przechowywano w normalnej atmosferze, w temperaturze 12,5°C i 20°C oraz wilgotności względnej powietrza 85–90%. Bezpośrednio po zbiorze i po 4 tygodniach przechowywania wykonano analizy chemiczne owoców. Wyniki analiz chemicznych owoców badanych odmian wykazały zróżnicowanie zawartości oznaczonych składników w zależności od traktowania 1-MCP, fazy dojrzałości i temperatury przechowywania. W owocach odmian 'Faustine F1' i 'Habana F1' (LSL) traktowanych 1-MCP po 4 tygodniach przechowywania zanotowano większą zawartość fenoli ogółem i suchej masy niż w owocach nietraktowanych. Największą zawartość likopenu zanotowano w pomidorach obu odmian zebranych w fazie owocu czerwonego po przechowywaniu w temperaturze 20°C. Owoce pomidorów poddane działaniu 1-MCP charakteryzowały się po przechowaniu mniejszą zawartością likopenu i witaminy C niż owoce nietraktowane, niezależnie od temperatury przechowywania.

Słowa kluczowe: pomidor, 1-MCP, likopen, fenole, witamina C, sucha masa

Wstęp

Pomidor jest najbardziej popularnym w uprawie i konsumpcji warzywem na świecie. Również w Polsce ma duże znaczenie gospodarcze. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w 2014 roku wyprodukowano 800 000 t pomidorów zarówno z uprawy polowej, jak i spod osłon. Sukcesywnie wzrasta konsumpcja owoców pomidorów. Konsumenty doceniają ich niezwykle walory smakowe, ale też właściwości prozdrowotne, szczególnie ze względu na zawartość likopenu i polifenoli, związków o silnym działaniu antyoksydacyjnym.

W wielu regionach Polski, w przemysłowej produkcji polowej pomidorów z przeznaczeniem do bezpośredniego spożycia w okresie letnim i jesiennym, wzrasta zainteresowanie uprawą roślin przy palikach (Borowiak, 2000; Suszyna, 2006). W uprawie tą metodą uzyskuje się owoce lepszej jakości niż w uprawie bez palików – ze względu na lepsze nasłonecznienie roślin, lepsze przewietrzenie roślin i większą skuteczność działania preparatów grzybobójczych (Babik, 1997). W ten sposób uprawia się głównie odmiany szklarniowe charakteryzujące się bardzo dobrą jakością owoców oraz przedłużonym okresem pozbiornego składowania (ang. *long shelf life*). Owoce tych odmian charakteryzują się dużą twardością, równomiernym wybarwieniem, dobrym smakiem i przede wszystkim dobrze znoszą transport i składowanie (Chiesa i in., 1998).

1-Metylocyklopropan (1-MCP) jest regulatorem wzrostu przedłużającym trwałość przechowalniczą i jakość produktów roślinnych. Jest związkiem, który wiąże się z receptorami etylenu w komórkach, przez co wykazują one zmniejszoną reakcję i zmniejszoną syntezę etylenu. W efekcie następuje opóźnienie procesów starzenia i przedłużenie okresu przechowywania (Sisler i Blankenship, 1996; Sisler i Serek, 2003). W standardowej temperaturze i ciśnieniu 1-MCP jest gazem o masie cząsteczkowej 54 i wzorze strukturalnym C_4H_6 . Jest to związek stabilny, nietoksyczny, skuteczny w bardzo niskich dawkach, a jednocześnie nieszkodliwy dla roślin w przypadku użycia go w stężeniu przekraczającym dawki optymalne. W roślinach traktowanych tym związkiem nie stwierdzono akumulacji szkodliwych substancji.

Przedłużenie podaży pomidorów z produkcji polowej – o wiele tańszej niż produkcji pod osłonami jest możliwe, gdy przechowuje się owoce w optymalnych warunkach. Głównym celem producentów pomidorów jest wydłużenie czasu ich przechowywania, przy jednoczesnym zachowaniu bardzo dobrych walorów handlowych i konsumpcyjnych. Według wielu autorów pozbiornie zastosowanie 1-metylocyklopropenu na owocach pomidorów pozwala nie tylko przedłużyć ich okres przechowywania, transportu i obrotu handlowego, lecz także zachować ich wysoką jakość (Charanjit i in., 2007; Wang i in., 2010). Badania Wang i in. (2010) wykazały, że traktowanie pomidorów 1-MCP wpływa na zwiększoną zawartość witaminy C i fenoli rozpuszczalnych. Ponadto pomidory traktowane 1-MCP zachowują lepszą jędrność i bardzo dobre wartości wytrzymałości na zgniatanie w porównaniu z owocami nietraktowanymi (Ilić i in., 2013).

Celem badań było określenie zawartości wybranych składników chemicznych owoców pomidorów dwóch genetycznie zróżnicowanych odmian poddanych działaniu 1-MCP w zależności od fazy dojrzałości i temperatury przechowywania.

Material i metody

Material badawczy stanowiły dwie odmiany pomidora szklarniowego, heterozyjne, odporne na wirus mozaiki tytoniu (Tm), *Verticillium* (V), *Fusarium* rasy 1 i 2 (F₂) oraz nicienie (N): 'Faustine F₁' TmVF₂N – odmiana firmy Syngenta Seeds (Holandia) i 'Habana F₁' TmVF₂N LSL (ang. *long shelf life*) – odmiana o cechach warunkujących opóźnione dojrzewanie owoców firmy Western Seeds (Holandia). Obie te odmiany są polecane do upraw tunelowych oraz polowych przy paliku.

Material do badań pochodził od producenta z miejscowości Poładowo koło Śmigła. Pomidory były uprawiane w polu przy palikach z zastosowaniem standardowych zabiegów agrotechnicznych i ochroniarskich.

Do doświadczenia przeznaczono owoce w dwóch fazach dojrzałości: „zielone wyróżnione” i „wybarwione” (wg Adamickiego, 1991), wybierając owoce zdrowe, bez uszkodzeń i w miarę możliwości jednakowe pod względem wielkości. Brak wystarczającej liczby owoców wybarwionych o bardzo dobrej wartości handlowej, które można byłoby przeznaczyć do doświadczeń, był powodem zastosowania tylko jednego stężenia 1-MCP. Po zbiorze owoce sortowano, myto w czystej wodzie i zanurzano na 30 s w wodnym roztworze podchlorynu sodu o stężeniu 0,03% w celu dezynfekcji. Po osuszeniu owoce umieszczano w skrzynkach w gazoszczelnych kontenerach o kubaturze 1 m³. Owoce były traktowane 1-MCP w stężeniu w powietrzu 1,0 μl·l⁻¹ i 2,0 μl·l⁻¹ przez 21 h w temperaturze 18–20°C. Pomidory traktowane 1-MCP, jak i kontrolne przechowywano w normalnej atmosferze w temperaturze 12,5°C oraz 20°C, przy wilgotności względnej powietrza 85–90%. Pomidory były ułożone w skrzynkach w pojedynczej warstwie i przykryte folią polietylenową.

Oznaczenia suchej masy, witaminy C, likopenu i polifenoli w owocach pomidorów wykonano bezpośrednio po zbiorze i po 4 tygodniach przechowywania. Suchą masę oznaczono metoda suszarkową według Charłampowicz (1966), a wyniki wyrażono w procentach wagowych (%). Likopen oznaczano zmodyfikowaną metodą Saniewskiego i Czapskiego (1983), wyniki podano w miligramach na 100 g św.m. Witaminę C oznaczano metodą Tillmansa według Charłampowicz (1966), wyniki wyrażono w miligramach na 100 g św.m. Polifenole oznaczano metodą według Emmonsa i in. (1999), wyniki podano w miligramach na 100 g św.m.

Do analiz chemicznych pobierano owoce bezpośrednio po zbiorze i po 4 tygodniach przechowywania. Próbę stanowiło od 10 do 15 owoców z każdej kombinacji. Owoce do analiz dzielono na ćwiartki, rozdrabniano i losowo tworzone z nich próbki laboratoryjną.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji w trójczynnikiem modelu kompletnie losowym. Porównania wielokrotne średnich dla kombinacji wykonano za pomocą testu Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Analiza statystyczna została wykonana za pomocą pakietu STATISTICA – wersja 10.

Wyniki i dyskusja

Dojrzewanie owoców pomidora jest procesem uwarunkowanym genetycznie, kończącym się zmianami barwy owoców, tekstury, smaku oraz składu chemicznego. Według wielu autorów skład chemiczny pomidorów zmienia się pod wpływem czynników klimatycznych i glebowych, stopnia dojrzałości owoców oraz okresu i warunków przechowywania po zbiorze (Adamicki i Badełek, 2006; Colelli i in., 2003; Guillén i in., 2007; Wills i Ku, 2002). W niniejszej pracy stwierdzono istotne zmiany w składzie chemicznym owoców pomidorów poddanych działaniu 1-MCP w porównaniu z owocami nietraktowanymi.

Po przechowywaniu zawartość suchej masy w owocach badanych odmian była mniejsza niż przed przechowywaniem. W owocach odmiany 'Faustine F₁' zebranych w fazie „zielone wyrośnięte” traktowanych 1-MCP w obu stężeniach zanotowano największą zawartość suchej masy po przechowywaniu w temperaturze 12,5°C (odpowiednio 7,9% i 7,7%), natomiast w owocach 'Habana F₁' zebranych w tej samej fazie dojrzałości największą zawartość suchej masy zanotowano w owocach kontrolnych (8,0%) (tab. 1). W pomidorach obu odmian traktowanych 1-MCP zanotowano większą zawartość suchej masy w owocach „zielonych wyrośniętych” po przechowaniu w temperaturze 12,5°C niż w 20°C. Jak podają Toor i Savage (2006), zawartość suchej masy w pomidorach wzrastała z 4,8% do 5,5% po 10 dniach składowania w temperaturze 7, 15 i 25°C. Autorzy nie zanotowali istotnego wpływu temperatury przechowywania na zawartość suchej masy w owocach.

Zawartość witaminy C w owocach jest ich ważną cechą odmianową. Świeżo zebrane owoce odmian 'Faustine F₁' i 'Habana F₁' różniły się pod względem zawartości witaminy C (odpowiednio od 3,4 do 8,3 mg w 100 g i od 1,2 do 11,3 mg w 100 g) (tab. 1). Uzyskane wyniki wskazują, że po 4 tygodniach przechowywania zawartość witaminy C w owocach obu odmian zwiększała się w stosunku do wartości początkowych, co jest zgodne z wynikami prac Abushity i in. (1997), Giovanello i in. (1999) oraz Wang i in. (2010). Największą zawartość witaminy C uzyskano w owocach nietraktowanych 1-MCP. Pomidory obydwu odmian zebrane w stadium dojrzałości „czerwone” i przechowywane w temperaturze 20°C zawierały więcej witaminy C niż owoce zebrane w fazie „zielone wyrośnięte” po przechowaniu w temperaturze 12,5°C. Nieco większą zawartość tej witaminy zanotowano w odmianie 'Habana F₁' (23,6 mg w 100 g) niż 'Faustine F₁' (14,0 mg w 100 g). Odmienne wyniki uzyskali Wang i in. (2010), którzy obserwowali istotnie większą zawartość witaminy C w pomidorach traktowanych 1-MCP w stężeniu 1,0 μl·l⁻¹ niż w pomidorach nietraktowanych. Wyniki Wang i in. (2010) są poparte badaniami Suna i in. (2003), którzy stwierdzili korzystny wpływ 1-MCP na zawartość witaminy C w owocach pomidora.

Pomidory mogą znacząco się różnić pod względem zawartości likopenu, co sugeruje, że koncentracja tego barwnika jest uzależniona od odmiany. I tak dla odmian wielkoowocowych Abushita i in. (2000) stwierdzili następujące zawartości likopenu: w odmianie 'Soprano' – 11,02 mg w 100 g, w odmianie 'Joanna' – 13,20 mg w 100 g. W niniejszych badaniach owoce świeżo zebrane w dwóch fazach dojrzałości zawierały od 0,1 do 0,6 mg likopenu w 100 g – odmiana 'Faustine F₁' i od 0,2 do 1,7 mg likopenu w 100 g – odmiana 'Habana F₁' (tab. 2). W pomidorach obu odmian poddanych działaniu

Tabela 1. Wpływ traktowania 1-MCP i temperatury przechowywania na zawartość suchej masy i witaminy C w owocach pomidorów zebranych w dwóch fazach dojrzałości bezpośrednio po zbiorze i po 4 tygodniach przechowywania

Table 1. Effect of 1-MCP treatment and storage temperature on dry matter and vitamin C content in tomato fruits harvested at two maturity stages immediately after harvest and after 4 weeks of storage

Odmiana Cultivar	Faza dojrzałości, A Stage of maturity, A	Temperatura, C Temperature, C (°C)	Sucha masa (%) Dry matter (%)					Witamina C (mg w 100 g) Vitamin C (mg per 100 g)				
			po zbiorze after harvest	traktowanie 1-MCP, B 1-MCP treatment, B			\bar{x}	po zbiorze after harvest	traktowanie 1-MCP, B 1-MCP treatment, B			\bar{x}
				kontrola control	1,0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$	2,0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$			kontrola control	1,0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$	2,0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$	
'Faustine F ₁ '	zielone mature green	12,5	8,5	7,4	7,9	7,7	7,7	3,4	5,3	6,7	4,9	5,6
		20		7,2	7,4	7,6	7,4		9,4	9,0	6,0	8,1
		\bar{x}		7,3	7,6	7,6	7,5		7,3	7,8	5,4	6,8
	czerwone full-red	12,5	7,5	6,4	6,8	bd	6,6	8,3	14,0	10,8	bd	12,4
		20		6,4	6,9	bd	6,6		13,1	12,7	bd	12,9
		\bar{x}		6,4	6,8	bd	6,6		13,5	11,7	bd	12,6
	średnia mean	12,5		6,9	7,3	7,7	7,3		9,6	8,7	4,9	7,7
		20		6,8	7,1	7,6	7,2		11,2	10,8	6,0	9,3
		\bar{x}		6,8	7,2	7,6	7,2		10,4	9,7	5,4	8,5
NIR _{0,05} LSD _{0,05}			A – 0,12, B – 0,19, C – ni, A × B – ni, A × C – 0,17, B × C – ni, A × B × C – ni					A – 0,06, B – 0,09, C – 0,06, A × B – 0,11, A × C – 0,08, B × C – 0,12, A × B × C – 0,15				
'Habana F ₁ '	zielone mature green	12,5	8,0	8,0	6,2	6,4	6,9	1,2	23,6	14,5	13,6	17,2
		20		6,6	6,2	6,2	6,3		13,6	11,9	13,6	13,0
		\bar{x}		7,3	6,2	6,3	6,6		18,6	13,2	13,6	15,1
	czerwone full-red	12,5	7,2	5,8	5,8	bd	5,8	11,3	23,4	17,2	bd	20,3
		20		5,6	5,8	bd	5,7		19,5	18,1	bd	18,8
		\bar{x}		5,7	5,8	bd	5,7		21,4	17,6	bd	19,5
	średnia mean	12,5		6,9	6,0	6,4	6,4		23,5	15,8	13,6	17,6
		20		6,1	6,0	6,2	6,1		16,5	15,0	13,6	15,0
		\bar{x}		6,5	6,0	6,3	6,3		20,0	15,4	13,6	16,3
NIR _{0,05} LSD _{0,05}			A – 0,15, B – 0,24, C – 0,15, A × B – 0,29, A × C – 0,22, B × C – 0,34, A × B × C – 0,41					A – 0,21, B – 0,32, C – 0,21, A × B – 0,4, A × C – 0,3, B × C – 0,46, A × B × C – 0,56				

bd – brak danych.

bd – no data.

Tabela 2. Wpływ traktowania 1-MCP i temperatury przechowywania na zawartość likopenu i fenoli w owocach pomidorów zebranych w dwóch fazach dojrzałości bezpośrednio po zbiorze i po 4 tygodniach przechowywania

Table 2. Effect of 1-MCP treatment and storage temperature on lycopene and phenolics content in tomato fruits harvested at two maturity stages immediately after harvest and after 4 weeks of storage

Odmiana Cultivar	Faza dojrzałości, A Stage of maturity, A	Temperatura, C Temperature, C (°C)	Likopen (mg w 100 g) Lycopene (mg per 100 g)					Fenole (mg w 100 g) Phenolics (mg per 100 g)				
			po zbiorze after harvest	traktowanie 1-MCP, B 1-MCP treatment, B			\bar{x}	po zbiorze after harvest	traktowanie 1-MCP, B 1-MCP treatment, B			\bar{x}
				kontrola control	1,0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$	2,0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$			kontrola control	1,0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$	2,0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$	
'Faustine F ₁ '	zielone mature green	12,5	0,1	0,7	0,6	0,4	0,6	18,1	15,1	16,7	20,9	17,6
		20		1,0	1,1	1,1	1,1		16,2	12,1	14,8	14,4
		\bar{x}		0,8	0,8	0,7	0,8		15,6	14,4	17,9	16,0
	czerwone full-red	12,5	0,6	1,4	0,9	bd	1,1	27,6	22,7	20,5	bd	21,6
		20		1,9	2,3	bd	2,1		15,5	16,5	bd	16,0
		\bar{x}		1,6	1,6	bd	1,6		19,1	18,5	bd	18,8
	średnia mean	12,5		1,0	0,7	0,4	0,7		18,9	18,6	20,9	19,5
		20		1,4	1,7	1,1	1,4		15,8	14,3	14,8	14,9
		\bar{x}		1,2	1,2	0,7	1,0		17,3	16,4	17,8	17,2
NIR _{0,05} LSD _{0,05}			A – 0,04, B – 0,06, C – 0,04, A × B – ni, A × C – 0,05, B × C – 0,08, A × B × C – 0,1					A – 0,92, B – 1,43, C – 0,9, A × B – ni, A × C – 1,3, B × C – 2,02, A × B × C – 2,47				
'Habana F ₁ '	zielone mature green	12,5	0,2	0,7	0,4	0,3	0,5	20,7	23,1	27,2	24,6	24,9
		20		1,6	0,9	0,6	1,0		21,2	18,1	19,5	19,6
		\bar{x}		1,1	0,6	0,4	0,7		22,1	22,6	22,0	22,2
	czerwone full-red	12,5	1,7	1,7	1,6	bd	1,6	29,0	22,1	23,1	bd	22,6
		20		2,7	2,4	bd	2,5		26,4	23,0	bd	24,7
		\bar{x}		2,2	2,0	bd	2,0		24,2	23,0	bd	18,6
	średnia mean	12,5		1,2	1,0	0,3	0,8		22,6	25,1	24,6	24,1
		20		2,1	1,6	0,6	1,4		23,8	20,5	19,5	21,3
		\bar{x}		1,6	1,3	0,4	1,1		23,2	22,8	22,0	22,7
NIR _{0,05} LSD _{0,05}			A – 0,06, B – 0,1, C – 0,06, A × B – 0,12, A × C – 0,09, B × C – 0,14, A × B × C – ni					A – 0,25, B – 0,39, C – 0,25, A × B – 0,48, A × C – 0,36, B × C – 0,55, A × B × C – 0,68				

bd – brak danych.

bd – no data.

1-MCP stwierdzono istotnie mniejszą zawartość likopenu niż w owocach nietraktowanych. Istotny wpływ na zawartość likopenu w owocach miała faza dojrzałości w czasie zbioru i temperatura przechowywania. Zarówno w owocach odmiany tradycyjnej ('Faustine F₁'), jak i w owocach odmiany z cechą LSL ('Habana F₁') większą zawartość tego związku zanotowano w pomidorach zebranych jako „czerwone”, a następnie przechowywanych w temperaturze 20°C, niż w pomidorach zebranych w fazie „zielone wyrosnięte” po przechowywaniu w temperaturze 12°C. Największą zawartość likopenu w pomidorach zanotowano w owocach zebranych w fazie „czerwonej” przechowywanych w temperaturze 20°C (odpowiednio 2,3 mg w 100 g u odmiany 'Faustine F₁' i 2,7 mg w 100 g u odmiany 'Habana F₁'). Zawartość likopenu w owocach pomidora zależy od wielu czynników przed- i pozbiornych, na co wskazują Brandt i in. (2006), Hallmann i Rembiałkowska (2007), Kozouke i Fridman (2003), Toor i Savage (2006), Zdravković i in. (2007), w tym od temperatury przechowywania. Średnia zawartość likopenu w pomidorach przechowywanych w temperaturach 15 i 25°C przez 10 dni była niemal dwukrotnie większa (7,5 mg w 100 g) niż w owocach składowanych w temperaturze 7°C (3,2 mg w 100 g). Niewielką akumulację likopenu i opóźnioną degradację chlorofilu spowodowaną traktowaniem 1-MCP owoców pomidora w różnych fazach dojrzałości podczas przechowywania odnotowali również Ilić i in. (2013) oraz Wang i in. (2010).

W niniejszej pracy odnotowano różnice w zawartości fenoli rozpuszczalnych w owocach pomidora badanych odmian bezpośrednio po zbiorze. Owoce odmiany 'Habana F₁' charakteryzowały się większą zawartością fenoli (20,7 mg w 100 g i 29,0 mg w 100 g) niż owoce odmiany 'Faustine F₁' (18,1 mg w 100 g i 27,6 mg w 100 g) (tab. 2). Zawartość fenoli wykazywała tendencję wzrostową podczas przechowywania, dotyczyło to owoców zebranych w obu fazach dojrzałości, co potwierdza wcześniejsze badania Cana i in. (2003), którzy obserwowali proces akumulacji związków fenolowych w owocach w miarę ich dojrzewania. W niniejszej pracy stwierdzono istotny wpływ traktowania owoców obydwu odmian 1-MCP na zmiany zawartości fenoli. Wyniki przechowywania owoców 'Faustine F₁' wskazują, że największą zawartość fenoli wystąpiła w owocach traktowanych 1-MCP w stężeniu 2,0 μl·l⁻¹, natomiast w przypadku owoców odmiany 'Habana F₁' największa zawartość fenoli wystąpiła w wyniku traktowania ich 1-MCP w stężeniu 1,0 μl·l⁻¹. Wykazany wpływ traktowania pomidorów 1-MCP na zawartość fenoli rozpuszczalnych w owocach znajduje potwierdzenie w wynikach doświadczeń Wang i in. (2010). Autorzy ci zanotowali o 13% większą zawartość fenoli w owocach traktowanych 1-MCP niż w owocach kontrolnych, po 12 dniach przechowywania wynosiła ona około 41 mg w 100 g.

Wnioski

1. Stwierdzono podobny wpływ traktowania 1-MCP i temperatury przechowywania na zawartość suchej masy, likopenu, witaminy C i polifenoli w owocach pomidora obu odmian, pomimo ich zróżnicowania genetycznego.

2. Największą zawartość likopenu i witaminy C zanotowano w owocach pomidora odmiany 'Habana F₁' nietraktowanych 1-MCP.

3. Największe zawartości polifenoli zanotowano w owocach „zielonych wyrosniętych” pomidora odmiany ‘Habana F₁’ pozbiorczo potraktowanych 1-MCP.

4. Zawartość suchej masy w przechowywanych owocach była większa w przypadku owoców zebranych w fazie „zielone wyrosnięte” niż zebranych w fazie „czerwone”.

Literatura

- Abushita, A. A., Daood, H. G., Biacs, P. A. (2000). Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 2075–2081.
- Abushita, A. A., Hebshi, E. A., Daood, H. G., Biacs, P. A. (1997). Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food Chem.*, 60, 207–212.
- Adamicki, F. (1991). Wpływ temperatury i kontrolowanej atmosfery na przechowywanie, dojrzewanie i jakość owoców pomidorów. *Pr. Hab. Inst. Warzywn.*, 7.
- Adamicki, F., Badełek, E. (2006). The studies on new technologies for storage prolongation and maintaining the high quality of vegetables. *Veg. Crops Res. Bull.*, 65, 63–72.
- Babik, I. (1997). *Pomidory gruntowe*. Warszawa: PWRiL.
- Borowiak, J. (2000). *Pomidory w polu*. Warszawa: Hortpress.
- Brandt, S., Pek, Z., Barna, E., Lugasi, A., Helyes, L. (2006). Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *J. Sci. Food Agric.*, 86, 568–572.
- Cano, A., Acosta, M., Arnao, M. B. (2003). Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on-vine ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Postharvest Biol. Technol.*, 28, 59–65.
- Charanjit, K., Binoy, G., Deepa, N., Seema, J., Kapoor, H. C. (2007). Viscosity and quality of tomato juice as affected by processing methods. *J. Food Qual.*, 30, 864–877.
- Charłampowicz, Z. (1966). *Analizy przetworów z owoców, warzyw i grzybów*. Warszawa: Wyd. Przemysłu Lekkiego i Spożywczego.
- Chiesa, L., Diaz, L., Cascone, O., Pañak, K., Camperi, S., Frezza, D., Fraguas, A. (1998). Texture changes on normal and long shelf-life tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit ripening. *Acta Hort.* (ISHS), 464, 488–488.
- Colelli, G., Sánchez, M. T., Torralbo, F. J. (2003). Effects of treatment with 1-methylcyclopropene (1-MCP) on tomato. *Acta Aliment.*, 342, 930–934.
- Emmons, C. L., Peterson, D. M., Paul, G. L. (1999). Antioxidant capacity of oat (*Avena sativa* L.) extracts. 2. *In vitro* antioxidant activity and contents of phenolic and total antioxidants. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 4894–4898.
- Giovanelli, G., Lavelli, V., Peri, C., Nobili, S. (1999). Variation in antioxidant components of tomato during vine and postharvest ripening. *J. Sci. Food Agric.*, 79, 1583–1588.
- Guillén, F., Castillo, S., Zapata, P. J., Martínez-Romero, D., Serrano, M., Valero, D. (2007). Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit. Duration and concentration of 1-MCP treatment to gain an effective delay of postharvest ripening. *Postharvest Biol. Technol.*, 43, 23–27.
- Hallmann, E., Rembiałkowska, E. (2007). Comparison of the nutritive quality of tomato fruits from organic and conventional production in Poland. W: U. Niggli, C. Leifert, T. Alföldi, L. Lück, H. Willer (red.), *Improving sustainability in organic and low input food production systems*. Proceedings of the 3rd International Congress of the European Integrated Project ‘Quality Low Input Food’ (QLIF). University of Hohenheim, Germany, March 20–23, 2007 (s. 131–134). Frick, Switzerland: Research Institute of Organic Agriculture FiBL.
- Ilić, Z. S., Marinković, D., Trajković, R., Šunić, L., Perzelan, Y., Alkalai-Tuvia, S., Fallik, E. (2013). Effect of 1-methylcyclopropene on the antioxidant capacity and postharvest quality of tomato fruit. *Afr. J. Biotechnol.*, 12, 6, 547–553.

- Kozouke, N., Fridman, M. (2003). Tomatine, chlorophyll, β -carotene and lycopene content in tomatoes during growth and maturation. *J. Sci. Food Agric.*, 83, 195–200.
- Saniewski, M., Czapski, J. (1983). The effect of methyl jasmonate on lycopene and β -carotene accumulation in ripening red tomatoes. *Experientia (Basel)*, 39, 1373–1374.
- Sisler, E. C., Blankenship, S. M. (1996). Methods of counteracting an ethylene response in plants. US. Patent US 5.518.988.
- Sisler, E. C., Serek, M. (2003). Compounds interacting with ethylene receptor in plants. *Plant Biol.*, 5, 473–480.
- Suszyna, J. (2006). Wpływ ekstremalnych warunków wilgotnościowych na plonowanie pomidora w uprawie polowej. *Folia Hort. Supl.*, 2, 181–185.
- Toor, R. K., Savage, G. P. (2006). Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chem.*, 99, 724–727.
- Wang, M., Cao, J. K., Lin, L., Sun, J., Jiang, W. (2010). Effect of 1-methylcyclopropene on nutritional quality and antioxidant activity of tomato fruit (*Solanum lycopersicon* L.) during storage. *J. Food Qual.*, 33, 150–164.
- Wills, R. B. H., Ku, V. V. V. (2002). Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. *Postharvest Biol. Technol.*, 26, 85–90.
- Zdravković, J., Marković, Z., Zdravković, M., Damjanović, M., Pavlović, N. (2007). Relation of mineral nutrition and content of lycopene and β -carotene in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits. *Acta Hort. (ISHS)*, 729, 177–181.

ASSESSMENT OF CHEMICAL COMPOSITION OF TOMATO FRUITS DEPENDING ON THE CULTIVAR AND 1-MCP TREATMENT

Summary. The experiments on influence of 1-MCP treatment on the content of some chemical compounds in tomato fruits were performed. For the experiments two greenhouse cultivars of tomato were selected: 'Faustine F₁' and 'Habana F₁' (LSL type – *long shelf life*). Both tomato cultivars were grown on stakes in the field. Tomato fruits were harvested in mature green and full-red stages of maturity. Tomato fruit were treated with 1-MCP at the concentrations of 1.0 or 2.0 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ and then stored at the temperature of 12.5°C or 20°C, and 85–90% of relative humidity in ambient atmosphere. Immediately after harvest and after 4 weeks of storage chemical analyses were carried out. The results showed some significant differences in the content of determined compounds depending on 1-MCP treatment, stage of maturity and storage temperature. Fruits of both cultivars showed a higher content of phenolics and dry matter in the case of fruits treated with 1-MCP. The highest content of lycopene was found in tomato fruits of both cultivars harvested in full-red stage, after storage at 20°C. Tomato fruits treated with 1-MCP were characterized by a lower content of lycopene and vitamin C compared to the untreated fruits.

Key words: tomato, 1-MCP, lycopene, phenolics, vitamin C, dry matter

Wrzodak, A., Gajewski, M. (2016). Ocena jakości owoców pomidorów pod względem składu chemicznego w zależności od odmiany i traktowania 1-MCP. *Nauka Przyr. Technol.*, 10, 3, #36. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.3.36

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Anna Wrzodak, Zakład Przechowywania i Przetwórstwa Owoców i Warzyw, Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice, Poland, e-mail: Anna.wrzodak@inhort.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

17.05.2016

Do cytowania – For citation:

*Wrzodak, A., Gajewski, M. (2016). Ocena jakości owoców pomidorów pod względem składu chemicznego w zależności od odmiany i traktowania 1-MCP. *Nauka Przyr. Technol.*, 10, 3, #36. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.3.36*