

WPLYW UPRAWY EKOLOGICZNEJ NA WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ I SENSORYCZNĄ ORAZ TRWAŁOŚĆ PRZECHOWALNICZĄ OWOCÓW POMIDORA

THE INFLUENCE OF ORGANIC CULTIVATION ON NUTRITIVE,
SENSORY VALUE AND STORAGE LIFE OF TOMATO FRUITS

Anna Wrzodak

Instytut Warzywnictwa im. Emila Chroboczka w Skierniewicach

WSTĘP

Wiele badań prowadzonych w ostatnich latach wskazuje, że warzywa z produkcji ekologicznej posiadają wyższą wartość odżywczą, lepszą jakość sensoryczną oraz zawierają więcej cennych dla zdrowia związków bioaktywnych w porównaniu do warzyw uprawianych w systemie konwencjonalnym. Pomidory są cennym źródłem niezwykle ważnych antyoksydantów (karotenoidów, flawonoli, witaminy C, tokoferolu). W swojej pracy Chassy i in. (2006) wykazali, że pomidory uprawiane w ekologicznym systemie zawierały istotnie więcej witaminy C, związków fenolowych i flawonoli, a ich owoce były zasobniejsze w likopen i β -karoten w porównaniu do pomidorów z uprawy konwencjonalnej. Podobne tendencje stwierdzono w badaniach Rembiałkowskiej i in. (2005) oraz Lenucci i in. (2006). Autorzy przedstawili prace, z których wynika, że ekologicznie uprawiane odmiany pomidorów cherry charakteryzowały się najwyższą zawartością witaminy C, β -karotenu, kwasów fenolowych oraz flawonoli. Uzupełnieniem badań nad wartością odżywczą pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej jest analiza sensoryczna, zarówno owoców świeżych i przechowywanych. W badaniach Thybo i in. (2006) pomidory z systemu ekologicznego (w zależności od czasu zbioru owoców i sezonu uprawy) charakteryzowały się nieznacznie ciemniejszym miąższem i mączystością owoców, większą kwasowością i lepszą jakością ogólną. Podobne wyniki uzyskali Johansen i in. (1999), którzy zaobserwowali, że w ocenie sensorycznej pomidory ekologiczne wyróżniały się lepszym wybarwieniem owoców, słodkim smakiem, ale były bardziej gorzkie w porównaniu z pomidorami konwencjonalnymi.

MATERIAŁ I METODY

W 2009 roku przeprowadzono badania mające na celu ocenę wartości odżywczej i sensorycznej oraz określenie przydatności przechowalniczej owoców pomidora z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

Materiałem do badań były zielone i wybarwione owoce pomidora odmiany Faustine F₁ z polowej uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Pomidory były uprawiane w certyfikowanym gospodarstwie ekologicznym i sąsiadującym gospodarstwie o konwencjonalnym charakterze uprawy. Przed przechowywaniem owoce były myte w wodzie i zanurzone na 1 minutę w wodnym roztworze podchlorynu sodu (0,03%) w celu dezynfekcji. Owoce były osuszane i po ułożeniu w opakowaniach przykrywane folią polietylenową. Pomidory przechowywano w normalnej atmosferze w temperaturze 12,5°C i 20°C, przy zachowaniu wilgotności względnej powietrza na poziomie 85-90%. Każdy obiekt składał się z 4 powtórzeń po 20 owoców w każdym.

Przed przechowaniem, na 5 owocach każdej odmiany, oznaczono m.in.: jędrność owoców mierzoną za pomocą aparatu Instron 1140 przy użyciu trzpienia o średnicy 5 mm, przesuwanego się z prędkością 200 mm/min, na wysokości największej średnicy owocu na przeciwległych powierzchniach oraz wytrzymałość na zgniatanie; barwę za pomocą kolorymetru Hunter Lab. CQ Spec. W owocach świeżych oznaczono zawartość następujących składników odżywczych: suchej masy metodą wagową, cukrów ogółem metodą Luffa-Schoorla, kwasowość czynną, zawartość witaminy C metodą Tillmansa, kwasów fenolowych ogółem, likopenu oraz ekstraktu przy użyciu refraktometru.

Po przechowaniu określono:

- ubytki naturalne w %, w stosunku do początkowej masy owoców, po 7, 14, 21 i 28 dniach,
- jakość wizualną owoców, w skali bonitacyjnej 1-9 (9-najwyższa jakość, 7-dobra, 5-zadowolająca, 3-słaba, utrata wartości handlowej i konsumpcyjnej, 1-bardzo zła),
- procentowy udział owoców chorych i nadgniętych.

Obserwacje dotyczące wartości handlowej owoców przeprowadzono w odstępach trzydniowych, jednocześnie usuwając owoce z objawami chorobowymi. Przy ocenie wartości handlowej uwzględniano równomierność wybarwiania powierzchni, twardość, zdrowotność i starzenie się owoców.

Uzyskane wyniki dotyczące ubytków naturalnych, wartości handlowej oraz ilości owoców chorych w czasie przechowywania poddano analizie wariancji w układzie losowanych bloków dla doświadczeń jednoczynnikowych i w układzie zależnym split-plot. Do porównania istotności różnic stosowano test Newmana-Keulsa przy P=0,05.

Po 4 tygodniach przechowywania owoców czerwonych przystąpiono do oceny sensorycznej ich jakości. Po około 6 tygodniach od założe-

nia doświadczenia przechowalniczego oceniono owoce zielone, które do momentu oceny sensorycznej były całkowicie wybarwione. Do oceny sensorycznej owoców pomidora zastosowano metodę analizy opisowej (Quantitative Description Analysis, QDA) czyli profilowania sensorycznego, zgodnie z procedurą ujętą normą PN-ISO 11035 (Analiza sensoryczna – Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalenia profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych).

Ocenę przeprowadzono według ustalonych wcześniej list wyróżników jakościowych: zapachu, barwy, tekstury/konsystencji i smaku. Oceniano także ogólną jakość owoców pomidora będących wypadkową wszystkich uwzględnionych w ocenie wyróżników. Intensywność każdego wyróżnika oceniano na ciągłej skali graficznej o długości 10 cm, oznaczonej odpowiednimi określeniami brzegowymi. Wszystkie oceny wykonano w dwóch niezależnych powtórzeniach.

Oceny profilowe przeprowadzono w laboratorium sensorycznym, spełniającym wszystkie wymagania określone normą PN-ISO 8589 (Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej), na indywidualnych 6 stanowiskach oceny, przy użyciu skomputeryzowanego programu ANALSENS, przystosowanego do przygotowania testów, zapisu ocen indywidualnych oraz statystycznej obróbki wyników.

Do oceny jakości sensorycznej owoców pomidora zastosowano listę 12 wyróżników jakościowych oraz ogólną ocenę jakości. Uzyskane wyniki, stanowiące średnie ze 104 wyników indywidualnych zilustrowano w postaci profilogramów. W celu stwierdzenia, który z obiektów charakteryzował się najlepszą jakością końcową, na wynikach indywidualnych dla poszczególnych wyróżników i dla oceny ogólnej przeprowadzono analizę dwuczynnikową t-Studenta.

WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystyka cech fizyko-chemicznych owoców pomidora

Ważnymi cechami jakościowymi owoców pomidora, o dużym znaczeniu praktycznym są jędrność i wytrzymałość na zgniatanie. Określenie tych parametrów może być pomocne w ocenie trwałości owoców podczas transportu, a także w czasie krótkotrwałego przechowywania (Gajewski i Gajc-Wolska 2000, Jackman *et al.* 1990). Największą wytrzymałością na zgniatanie odznaczały się zielone owoce odmiany Faustine F₁ - 599,80 N, uprawiane metodą konwencjonalną. Najniższą wytrzymałość na zgniatanie i jędrność zanotowano dla wybarwionych owoców uprawianych w systemie ekologicznym.

Wyniki analizy chemicznej owoców pomidorów (tab. 1) wskazują, że zastosowana metoda uprawy nie miała istotnego wpływu na zawartość ekstraktu i suchej masy w owocach pomidora. Zarówno w uprawie ekologicznej jak i konwencjonalnej uzyskano bardzo zbliżone zawartości obu składników. Najwięcej cukrów ogółem wytworzyły zielone owoce Faustine F₁ uprawiane metodą konwencjonalną - 3,69%. Poziom kwasowości czynnej był zróżnicowany w pomidorach ekologicznych i konwencjonalnych. Największą kwasowość czynną stwierdzono w wybarwionych owocach Faustine F₁ w obu rodzajach uprawy. Dojrzałość fizjologiczna miała istotny wpływ na zawartość witaminy C w owocach pomidora. W czerwonych owocach z uprawy konwencjonalnej stwierdzono zawartość witaminy C na poziomie 14,18 mg·100g⁻¹, zaś w ekologicznej uprawie średnio 5,50 mg·100g⁻¹ ś.m. Wybarwione ekologiczne owoce pomidorów charakteryzowały się najwyższą zawartością likopenu 3,80 mg na 100g w porównaniu do pomidorów konwencjonalnych. Na zawartość kwasów fenolowych w owocach pomidora miała wpływ dojrzałość fizjologiczna owoców i sposób uprawy. Wybarwione owoce pomidorów ekologicznych charakteryzowały się najwyższą zawartością fenoli rozpuszczalnych 22,2 mg·100g⁻¹ ś.m. Podobne wyniki uzyskali w badaniach Rembiałkowska i in. (2004) oraz Caris-Veyrat i in. (2004).

Przechowywanie owoców zielonych i wybarwionych

Po 4 tygodniach przechowywania zaznaczyły się różnice w trwałości przechowalniczej w zależności od fazy dojrzałości i metody uprawy (tab. 2). Najlepszą jakością po przechowaniu charakteryzowały się zielone, ekologiczne owoce odmiany Faustine F₁ przechowywane przez 4 tygodnie w temperaturze 12,5°C, które uzyskały najwyższą ocenę wartości handlowej 8.4 pkt. Najlepsze wyniki uzyskano w temperaturze 12,5°C co jest zgodne z danymi podanymi w literaturze przez wielu autorów (Adamicki i Czerko 2002, Pearsons i in. 1970, Ali i in. 1979). Badania potwierdziły, że owoce przechowywane w temperaturze 20°C charakteryzowały się nieco niższą jakością od owoców przechowywanych w temperaturze 12,5°C. Trwałość przechowalnicza owoców, określana liczbą dni od momentu osiągnięcia pełnej dojrzałości do uzyskania wartości handlowej 5 punktów (jeszcze przydatnej do handlu), wynosiła średnio 32 dni dla temperatury 12,5°C i 28 dni dla 20°C. Najlepszą trwałością przechowalniczą odznaczały się zielone ekologiczne owoce pomidora, które miały nadal zadowalającą wartość handlową po 47 dniach składowania w temperaturze 12,5°C (tab. 2).

Tabela 1. Wyniki oceny cech fizycznych i wartości odżywczych owoców pomidora bezpośrednio po zbiorze
 Table 1. Physical characteristics and nutritive value tomato fruits immediately after harvest

Odmiana Cultivar	Metoda uprawy Cultivation method	Wytrzyma- łość owocu na zgniata- nie Com- pressive strength (N)	Sila przebicia owocu Puncture test (N)	Zawar- tość ekstraktu Extract content %	Sucha masa Dry matter %	Witamina C Ascorbic acid mg·100g ⁻¹	pH	Kwasowość miareczko- wa Organic acids %	Cukry ogółem Total sugars %	Fenole rozpusz- czalne Soluble phenols mg·100g ⁻¹	Likopen Lycopene mg·100g ⁻¹
Faustine F ₁ owoce zielone mature green fruits	Ekologia Organic	434,73	63,96	4,5	6,86	2,94	4,8	0,17	3,33	10,4	0,21
	Konwencja Conven- tional	599,80	62,53	4,5	6,62	2,26	4,7	0,30	3,69	9,5	0,15
Faustine F ₁ owoce czerwone red fruits	Ekologia Organic	92,70	21,01	4,5	5,77	5,50	4,6	0,31	2,96	22,2	3,80
	Konwencja Conven- tional	124,60	25,47	4,6	6,10	14,18	4,5	0,39	2,92	18,5	2,97

Tabela 2. Wyniki przechowywania zielonych i wybarwionych owoców pomidora po 4 tygodniach przechowywania w temperaturze 12,5°C i 20°C
Table 2. The effect of treatment on marketable value and percentage of rotten fruits of Faustine F₁ after 4 weeks storage at air at 12.5°C and 20°C

Odmiana Cultivar	Metoda uprawy Cultivation method	Liczba dni do pocz. wybarwienia Number of days to reach breaker stage of maturity	Liczba dni do pełnej dojrz. zakończenia Number of days to reach red stage of maturity	Wartość handlo- wa Market value	Liczba dni do uzyskania wartości handlowej Number of days to reach market value			% udział owoców chorych % of rotten fruits	Ubytki naturalne Weight loss %
					Wart. handl. 5 Market value 5	Wart. handl. 3 Market value 3	Wart. handl. 3 Market value 3		
Temperatura 12,5°C; Temperature 12,5°C									
Faustine F ₁ owoce czer- wone red fruits	Ekologia Organic			5,8	21a	26a	25b	4,4	
	Konwencja Conventional			6,2b	28	31	20	3,6	
Faustine F ₁ owoce zielone mature green fruits	Ekologia Organic	5	18	8,4	45b	47b	5a	0,4	
	Konwencja Conventional	5	16	7,9a	35	39	15	1,4	
Temperatura 20°C; Temperature 20°C									
Faustine F ₁ owoce czer- wone red fruits	Ekologia Organic			4,2a	10	17	34a	6,2	
	Konwencja Conventional			6,9	31	35	18	3,6a	
Faustine F ₁ owoce zielone mature green fruits	Ekologia Organic	3	10	8,0a	42	46	10b	0,5	
	Konwencja Conventional	2	9	7,2	30	34	15	2,5a	

Uwaga: Skala oceny wartości handlowej owoców pomidora: 9-najwyższa jakość, 5-zadawalająca, 3-słaba; Średnie oznaczone jednokowymi literami nie różnią się istotnie przy P=0,05, liczone w kolumnach

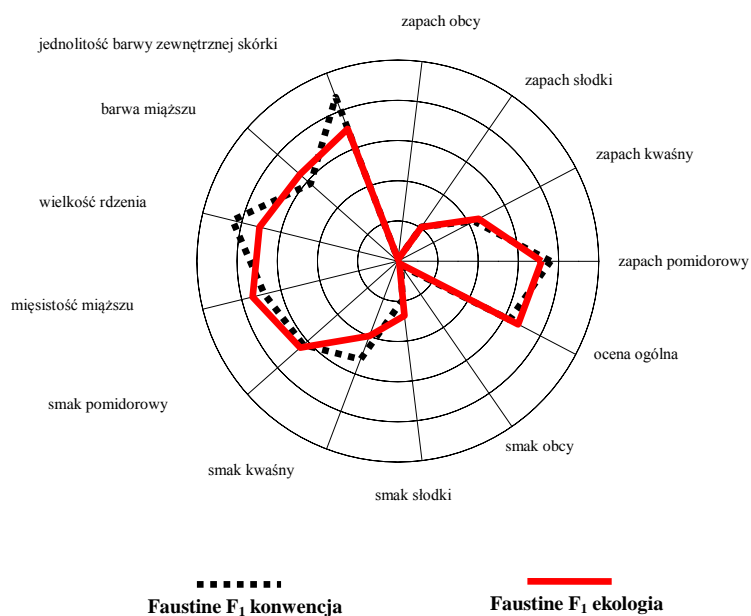
Note: Market value score of tomatoes fruits: 9-excellent (with no defects), 5-acceptable (limit of market suitability), 3-low (limit of consumption suitability); Means followed by the same letter do not differ significantly at P=0,05

Największe ubytki stwierdzono u wybarwionych, ekologicznie uprawianych, owoców Faustine F₁ (6,2%), a najmniejsze u zielonych owoców tej odmiany uprawianej w tym samym systemie (0,4%). Należy zaznaczyć że owoce wszystkich odmian pomidorów przechowywanych w temperaturze 12,5°C w normalnej atmosferze miały niższe ubytki masy w porównaniu do takich samych owoców przechowywanych w temperaturze 20°C (tab. 2). Najmniej owoców chorych zanotowano dla zielonych, ekologicznych pomidorów przechowywanych w temperaturze 12,5°C. Najgorszą zdrowotnością charakteryzowały się wybarwione, ekologicznie uprawiane, owoce Faustine F₁, przechowywane w temperaturze 20°C, gdzie stwierdzono aż 34% owoców chorych i nadgniłych.

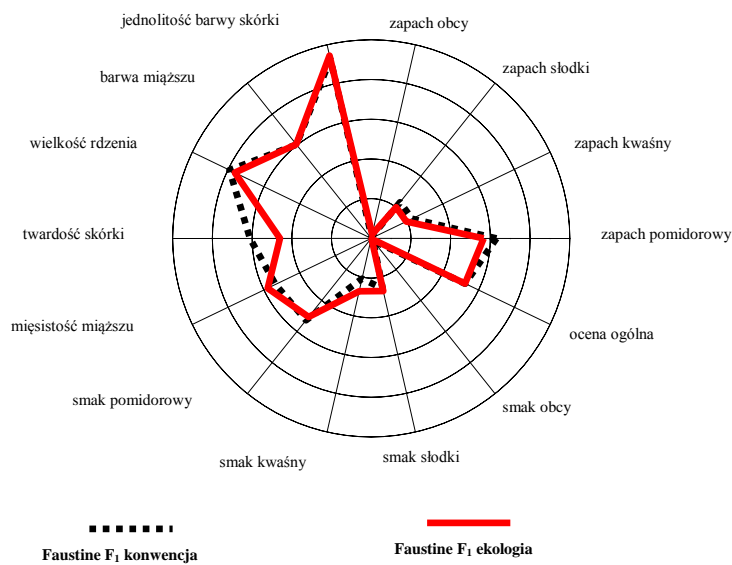
Ocena sensoryczna owoców pomidora

Na podstawie uzyskanych wyników i przygotowanego profilogramu (rys. 1) dla świeżych owoców pomidora, stwierdzono że jakość owoców pochodzących z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej różniła się istotnie pod względem jednolitości barwy zewnętrznej skórki i smaku kwaśnego. Owoce Faustine F₁ z uprawy ekologicznej charakteryzowały się większą intensywnością zapachu kwaśnego, smaku pomidorowego i słodkiego, lepszą barwą i mięsistością miąższu, a także uzyskały wyższe noty ogólnej jakości niż z uprawy konwencjonalnej.

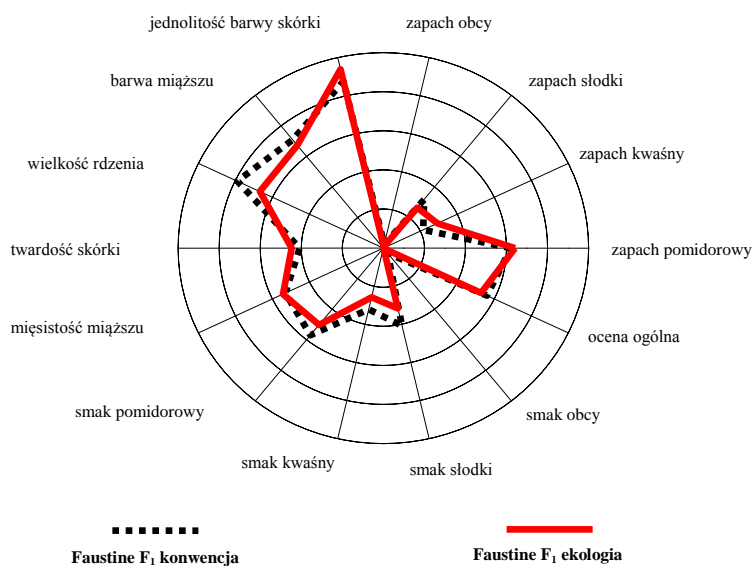
Zaobserwowano także różnice pod względem niektórych cech sensorycznych w owocach pomidora po przechowaniu w zależności od fazy dojrzałości fizjologicznej i sposobu uprawy (rys. 2,3,4,5). Najwyższą ocenę zapachu pomidorowego i kwaśnego, oraz istotnie statystycznie najlepszą mięsistość miąższu i ocenę ogólną jakości uzyskały zielone owoce pomidora z uprawy ekologicznej przechowywane w temperaturze 20°C. W owocach pomidora składowanych w temperaturze 20°C zaobserwowano istotne zmiany w intensywności zapachów i smaków obcych. W przechowywanych owocach pomidora stwierdzono istotny spadek intensywności zapachu pomidorowego i kwaśnego oraz smaku pomidorowego i oceny ogólnej jakości w porównaniu do ocenianych owoców świeżych.



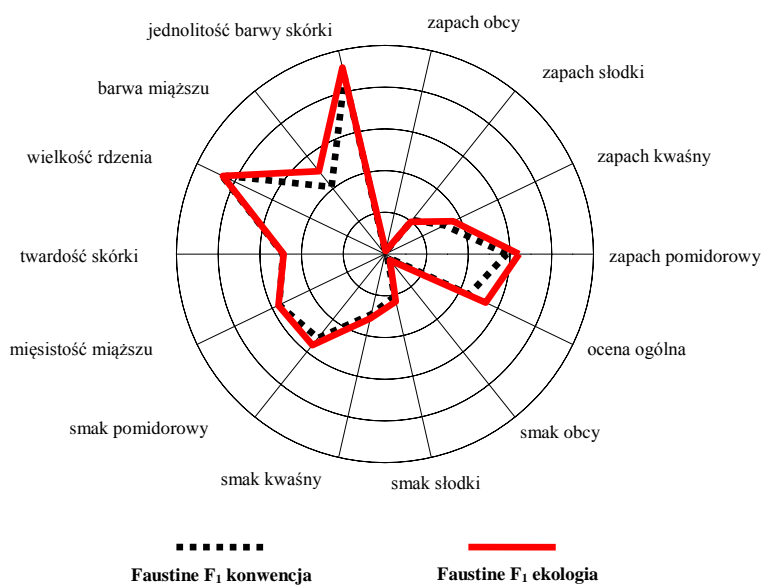
Rys. 1. Jakość sensoryczna świeżych owoców pomidora Faustine F₁
Fig. 1. Sensory quality of fresh tomato fruits cv. Faustine F₁



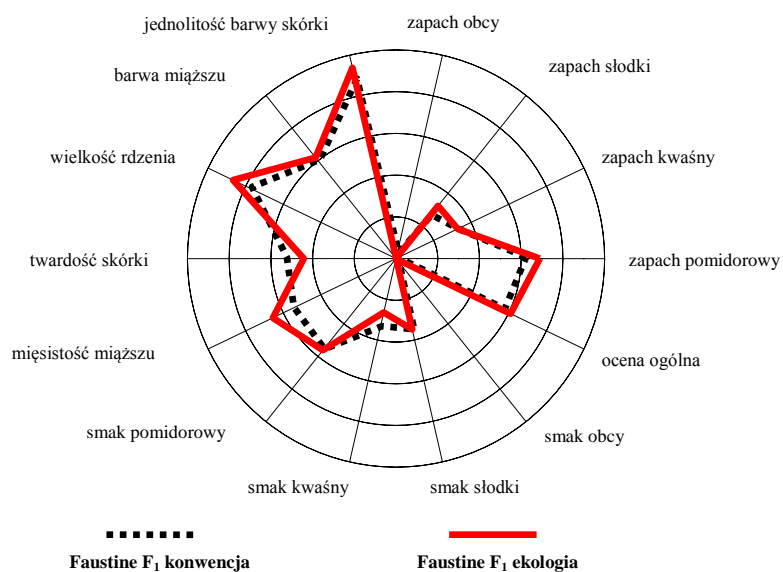
Rys. 2. Jakość sensoryczna wybarwionych owoców pomidora po 4 tygodniach przechowywania w 12,5°C
Fig. 2. Sensory quality of red tomato fruits after 4 weeks storage at 12.5°C



Rys. 3. Jakość sensoryczna wybarwionych owoców pomidora przechowywanych przez 4 tygodnie w temperaturze 20°C
Fig. 3. Sensory quality of red tomato fruits after 4 weeks storage at 20°C



Rys. 4. Jakość sensoryczna zielonych owoców pomidora po 4 tygodniach przechowywania w temperaturze 12,5°C
Fig. 4. Sensory quality of mature green tomato fruits after 4 weeks storage at 12.5°C



Rys. 5. Jakość sensoryczna zielonych owoców pomidora przechowywanych przez 4 tygodnie w temperaturze 20°C

Fig. 5. Sensory quality of mature green tomato fruits after 4 weeks storage at 20°C

WNIOSKI

1. Trwałość przechowalnicza owoców pomidora pochodzących z produkcji polowej ekologicznej i konwencjonalnej była zróżnicowana. Wyższą wartością handlową po przechowaniu charakteryzowały się zielone owoce Faustine F₁ z uprawy ekologicznej składowane w temperaturze 12,5°C.
2. Pomidory z uprawy ekologicznej zawierały więcej likopenu i fenoli rozpuszczalnych, natomiast owoce pomidorów z uprawy konwencjonalnej charakteryzowały się wyższą zawartością cukrów ogółem i kwasu askorbinowego.
3. Jakość sensoryczna owoców pomidora zależała od sposobu uprawy i temperatury przechowywania. Najwyższą ocenę zapachu pomidorowego i kwaśnego, oraz najlepszą mięsistość miąższu i ocenę ogólną jakości uzyskały zielone owoce Faustine F₁ z uprawy ekologicznej przechowywane w temperaturze 20°C.

Literatura

- Adamicki F., Czerko Z. 2002. Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka. PWRiL 324s.
- Ali M. H., Hab.-Shaibani, Greig J. K. 1979. Effects of stage of maturity, storage and cultivar on some quality attributes of tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104 (6): 880-882.
- Caris-Veynard C., Amiot M.J., Tyssandier V., Grassely D., Buret M., Mikołajczak M., Guillaud J.C., Bouteloup-Demange C., Borel P. 2004. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant micro constituent content of tomato and derived purees, consequence on antioxidant plasma status in humans. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6503-6509.
- Chassy A.W., Bui L., Renaud E.N.C., van Hom M., Mitchell A.E. 2006. Three year comparison of the content of antioxidant microconstituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. *J. Agric Food Chem.* 54, 8244-8252.
- Gajewski M., Gajc-Wolska J. 2000. Charakterystyka cech fizycznych i sensorycznych przechowywanych owoców odmian pomidora z uprawy w polu. *Rocz. AR Poznań – CCCXXIII, Ogrodn.* 31, cz. 1:247-251.
- Jackman R.L., Marangoni A.G., Stanley D.W. 1990. Measurement of tomato fruit firmness. *HortSci.* 25 (7): 781-783.
- Johansson L., Haglund A., Berglund L., Leac P., Risvik E. 1999. Preference for tomatoes affected by sensory attributes and information about growth conditions. *Food Sci. Pref.* 10, 289-298.
- Lenucci M.S., Cadinu D., Taurino M., Piro G., Dalessandro G. 2006. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. *J Agric Food Chem.* 54, 26-06-2613.
- Parsons C.S., Anderson R.E., Penny R.W. 1970. Storage of mature green tomatoes in controlled atmospheres. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95 (6): 791-794.
- Rembiałkowska E. 2004. The impact of organic agriculture on food quality. *Agricultura* 19-26.
- Rembiałkowska E., Hallmann E., Szafirowska A. 2005. Nutritive quality of tomato fruits from organic and conventional cultivation. *Culinary Arts and Sciences V. Global and National Perspectives.* 193-202.
- Thybo A.K., Edelenbos M., Christensen L.P., Sørensen J.N., Thorup-Kristensen K. 2006. Effect of growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. *LWT.* 39, 835-843.

Anna Wrzodak

THE INFLUENCE OF ORGANIC CULTIVATION ON NUTRITIVE,
SENSORY VALUE AND STORAGE LIFE OF TOMATO FRUITS

Summary

The nutritious value, sensory quality and storage durability of tomato fruits cv. Faustine F₁ grown in conventional and organic system were compared. Tomato plants were cultivated in certified organic and conventional private farms in Mazovia region. The samples of the ripe and green tomato fruits were harvested and stored in normal air at temperature 12,5°C and 20°C. After 4 weeks of storage, organic green fruits of cv. Faustine F₁ had the best quality after 47 days of storage and characterized with highest market value and lowest weight loss. The obtained results showed that the content of nutritive compounds such as dry matter, phenolic acids and lycopene was higher in tomato fruits from organic than conventional cultivation. Sensory profiling method in the sensory analysis of red tomato fruits was used. Before storage, cv. Faustine F₁ from organic cultivation were characterized with higher intensity of typical for tomato and sweet taste and total quality, compared with tomato from conventional cultivation.