

Mgr inż. Małgorzata SIKORA  
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie  
Prof. dr hab. Kazimierz TOMALA  
Katedra Sadownictwa, SGGW w Warszawie

## WPŁYW 1-METYLOCYKLOPROPENU (1-MCP) NA JAKOŚĆ I ZDOLNOŚĆ PRZECHOWALNICZĄ JABŁEK ODMIANY 'MELROSE'<sup>®</sup>

*Badania prowadzono w sezonie przechowalniczym 2002/2003. Jabłka odmiany 'Melrose' przechowywano w temperaturze 0°C w chłodni zwykłej (normalna atmosfera – NA) oraz w warunkach kontrolowanej atmosfery (3, 0% CO<sub>2</sub> i 1, 5% O<sub>2</sub>). Bezpośrednio po zbiorze połowę owoców traktowano przez 24 h 1-MCP w stężeniu 0, 65 µl·l<sup>-1</sup>, zaś pozostałe jabłka przetrzymywano w normalnej atmosferze. Następnie owoce umieszczano w docelowych warunkach przechowywania na okres 2, 4 lub 6 miesięcy. We wszystkich terminach oceny oznaczano intensywność wydzielania etylenu, barwę zasadniczą skórki, jędrność miąższu, kwasowość miareczkową, zawartość chlorofilu oraz określano występowanie chorób fizjologicznych. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że przechowywanie jabłek 'Melrose' w chłodni zwykłej należy zakończyć po czterech miesiącach. Dłuższe ich przechowywanie w takich warunkach wiąże się z ryzykiem znacznego pogorszenia jakości. Warunki kontrolowanej atmosfery – KA opóźniały zmianę barwy zasadniczej skórki z zielonej na żółtą, co było efektem wolniej postępującego rozkładu barwników chlorofilowych. 1-MCP stwarza nowe możliwości w przechowalnictwie owoców klimakterycznych. Pod wpływem tego związku jabłka zachowywały wyższą jędrność i kwasowość ogólną. 1-MCP ograniczał wydzielanie etylenu, a także sprzyjał utrzymaniu zielonej barwy skórki. Traktowanie owoców tym związkiem oraz przechowywanie ich w warunkach KA okazało się skuteczną metodą zmniejszenia strat jabłek związanych z występowaniem oparzelizny powierzchniowej.*

**Słowa kluczowe:** jabłka, jakość, 1-MCP, etylen, jędrność, kwasowość.

### WSTĘP

W celu sprostania wymaganiom rynku sadownicy muszą dostarczać owoce wysokiej jakości. Wzrost wymagań dotyczy nie tylko atrakcyjnego wyglądu. Odnosi się szczególnie do jakości wewnętrznej, określonej takimi cechami jak: jędrność, zawartość cukrów i kwasów organicznych oraz ich wzajemne proporcje [8]. Jest to zjawisko powszechnie obserwowane od powstania nowoczesnych obiektów umożliwiających przechowywanie owoców w warunkach KA [3]. Jednak wzrastające oczekiwania konsumentów zmuszają do ciągłego poszukiwania coraz doskonalszych metod przechowywania. Najnowszą z nich jest pozbiornicze traktowanie owoców 1-metylocyklopropenem (1-MCP). Związek ten korzystnie wpływa na utrzymywanie wysokiej jakości jabłek podczas przechowywania [10]. **Celem pracy zaprezentowanej w artykule była ocena wpływu 1-MCP na tempo zmian związanych z pozbiorniczym dojrzewaniem owoców w warunkach chłodni zwykłej oraz w kontrolowanej atmosferze, warunkujących wysoką jakość i zdolność przechowalniczą jabłek odmiany 'Melrose'.**

### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Obiektem badań były jabłka 'Melrose' z 18-letnich drzew na podkładce M.9, pochodzące z sadu Katedry Sadownictwa SGGW w Wilanowie. Bezpośrednio po zbiorze połowę owoców traktowano przez 24 godziny 1-MCP (0,65 µl·l<sup>-1</sup>). Jabłka przechowywano w temperaturze 0°C przez 6 miesięcy w warunkach kontrolowanej atmosfery – KA (3,0% CO<sub>2</sub> i 1,5% O<sub>2</sub>) oraz w chłodni zwykłej. Doświadczenie założono w czterech

powtórzeniach; powtórzenie stanowiło 8 kg jabłek. W trakcie przechowywania, co dwa miesiące, prowadzono ocenę jakości i zdolności przechowalniczej jabłek.

Intensywność wydzielania etylenu określano przy użyciu chromatografu gazowanego z detektorem FID. Pomiary prowadzono w temperaturze pokojowej przez 7 kolejnych dni. W tym celu 10 owoców z każdego powtórzenia pojedynczo zamykano w słojach o pojemności 1600 cm<sup>3</sup>. Po upływie godziny z każdego słoja pobierano 1 cm<sup>3</sup> powietrza do oznaczenia zawartości etylenu. Wyniki podano w µl C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>.

Zawartości kwasu 1-aminocyklopropano-1-karboksylowego (ACC) oznaczano w 5 g próbkach miąższu pobieranego korkoborem tuż pod skórka z 10 jabłek. Próbkę homogenizowano w roztworze metanolu i odwirowywano w temperaturze 4°C przez 15 min przy prędkości 8,5 tys. obrotów na minutę. Następnie do trzech kolbek o pojemności 25 ml odmierzano po 0,7 ml klarownego roztworu i dodawano 0,1 ml roztworu HgCl<sub>2</sub>. Do kolbek odmierzano kolejno: 100 µl wody destylowanej, 100 µl 0,1 M ACC i 100 µl 0,2 M ACC. Do każdej próbki dodawano po 0,1 ml mieszaniny składającej się z NaOH i NaOCl w stosunku 1:2. Po 2,5 min wytrząsania pobierano 1 ml powietrza do oznaczania stężenia etylenu, który przeliczano na zawartość ACC wyrażoną w nmol·kg<sup>-1</sup>.

Jędrność miąższu oznaczano za pomocą jędrnościomierza firmy Instron typ 5542, przy użyciu trzpienia o średnicy 11 mm przesuwanego z prędkością 0,004 m·s<sup>-1</sup>. Pomiary wykonywano na 10 owocach z powtórzenia. Po usunięciu skórki na każdym jabłku wykonywano po dwa pomiary, tj. od strony pokrytej rumieńcem i po stronie przeciwległej. Wyniki podano w niutonach.

Do oznaczania kwasowości brano 10 ml soku wyciśniętego z próby 10 jabłek, który rozcieńczano 100 ml wody destyl-

lowanej. Otrzymany roztwór zobojętniano 0,1 m roztworem NaOH do pH 8,1. Wyniki przeliczono na zawartość kwasu jabłkowego przyjmując założenie, że 1 ml 0,1 m NaOH wiąże 6,7 mg kwasu jabłkowego.

Barwę zasadniczą skórki oznaczano przy użyciu spektrofotometru firmy Minolta typ CR-508i (powierzchnia pomiaru o średnicy 8 mm). Przed pomiarem aparat kalibrowano przy pomocy standardowej białej płytki. Miejsce pomiaru trwale oznaczano w celu obserwacji zmiany barwy skórki w trakcie przechowywania. Barwę określano na podstawie pomiaru składowych trójkromatycznych bodźca barwowego 'L', 'a', 'b' wg Commission Internationale de l'Eclairage (składowa 'L' przyjmuje wartości w zakresie od 0 do 100, składowa 'a' – od -60 dla barwy zielonej do +60 dla barwy czerwonej oraz składowa 'b' – od wartości -60 dla barwy niebieskiej do +60 dla barwy żółtej) [2].

Zawartość chlorofilu oznaczano w 20 krążkach skórki o powierzchni 0,5 cm<sup>2</sup> rozcieranych w moździerzu z dodatkiem 80% acetonu oraz węgla magnezu i piasku ceramicznego. Po przesączeniu roztworu przez lejek kwarcowy próbki uzupełniano 80% acetonem do objętości 25 cm<sup>3</sup>. Roztwór umieszczano na 30 min w ciemności w celu ustabilizowania barwników. Następnie przy użyciu spektrofotometru firmy Marcel oznaczano kolometrycznie absorbancję przy długościach fali:  $\lambda = 663$  nm. Zawartość chlorofilu wyrażono w  $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  skórki.

Występowanie chorób fizjologicznych określano na podstawie obserwacji dokonanych na zewnątrz jabłek oraz na ich przekrojach poprzecznych. Rejestrowano liczbę owoców opornych przez poszczególne choroby fizjologiczne w stosunku do wszystkich jabłek w przechowywanej próbce.

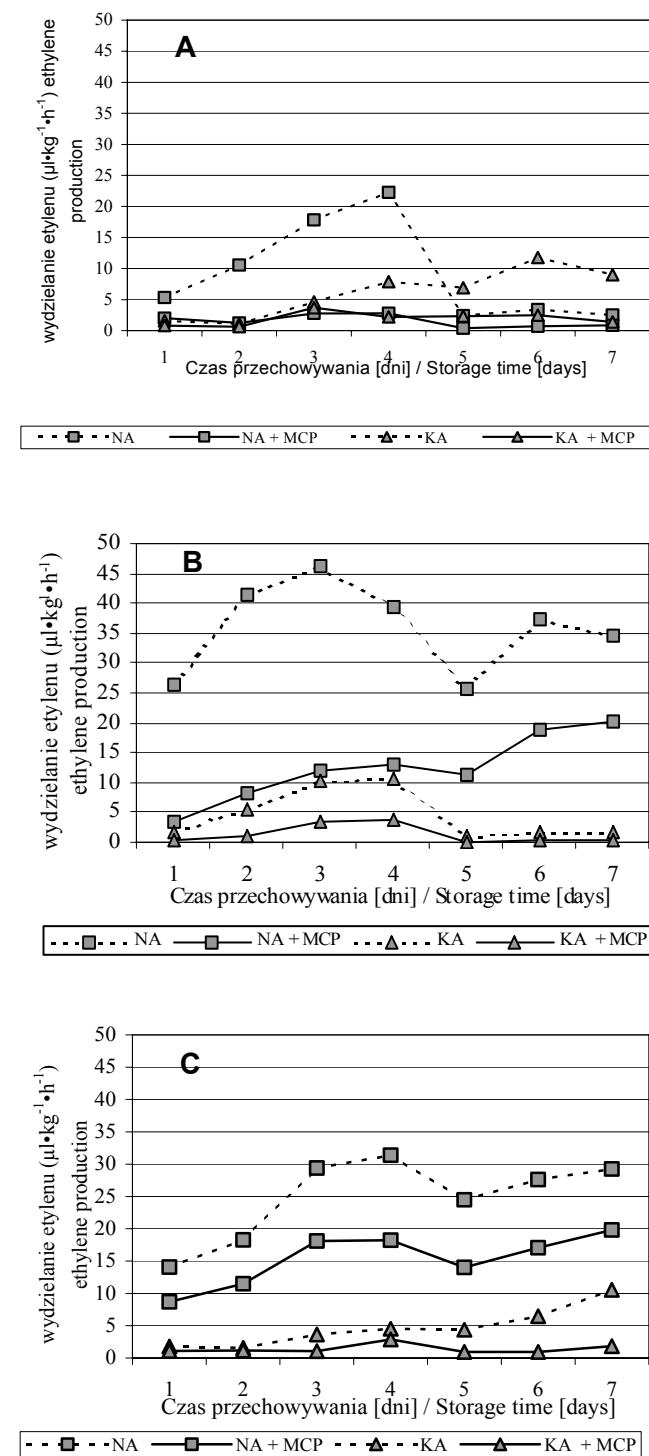
Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji w układzie trzyczynnikowym. Wyniki dotyczące procentu jabłek z chorobami fizjologicznymi przekształcono wg funkcji Bliss'a  $y = \arcsin \sqrt{x}$ . Obliczenia dotyczące pozostałych badanych parametrów wykonano na wartościach rzeczywistych. Ocenę istotności różnic między średnimi przeprowadzono na podstawie testu Newmana-Keulsa, przy poziomie wiarygodności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I Dyskusja

Intensywność produkcji etylenu i związane z nim inicjowanie dojrzewania jabłek nie traktowanych 1-MCP były większe po przechowywaniu owoców w atmosferze normalnej niż w kontrolowanej atmosferze (rys. 1), co stanowi potwierdzenie danych z literatury [12, 7]. Poddanie owoców działaniu 1-MCP spowodowało wyraźny spadek produkcji etylenu przez jabłka przechowywane w KA, przy czym efekt działania tego związku był większy w warunkach chłodni zwykłej niż w KA. Jednak najskuteczniejszym sposobem ograniczenia tempa tego procesu okazało się przechowywanie jabłek w kontrolowanej atmosferze po poddaniu ich działaniu 1-metylocyklopropenu, o czym wspomina także Rupasinghe i in. [5].

W niniejszym doświadczeniu oznaczano także stężenie kwasu 1-aminocyklopropano-1-karboxylowego (ACC – bezpośredni prekursor etylenu). Zawartość tego kwasu w miąższu jabłek zależała istotnie od warunków przechowywania dopiero po sześciu miesiącach od zbioru. Wówczas odnotowano udowodniony wzrost zawartości ACC, ale tylko w jabłkach

przechowywanych w chłodni zwykłej (tab. 1). Natomiast traktowanie owoców 1-MCP w żadnej kombinacji przechowywania nie wpłynęło w sposób istotny na zawartość tego związku.



Rys. 1. Intensywność wydzielania etylenu przez jabłka po 2 (A), 4 (B) i 6 (C) miesiącach przechowywania.

W literaturze podkreślane jest znaczenie jędrności miąższu, jako kluczowego wskaźnika jakości jabłek [9]. W niniejszym doświadczeniu obserwowano sukcesywny spadek jędrności w miarę wydłużania okresu przechowywania, przy czym tempo tego procesu było wolniejsze w KA niż w chłodni zwykłej. Również owoce poddane działaniu 1-MCP, w większości przypadków, były jędrniejsze niż jabłka nie traktowane tym związkiem (tab. 2), co obserwowali także Mir i Beaudry [4].

**Tabela 1.** Wpływ 1-MCP oraz warunków i okresu przechowywania na zawartość ACC w jabłkach (nmol·kg<sup>-1</sup>)

Okres przechowywania (miesiące) Storage time (months)	Warunki przechowywania/Storage conditions		Efekt KA (KA – NA) CA effect (CA – NA)
	NA/NA	KA/CA	
2	0,023 a	0,025 a	0,002 ni./ns
4	0,028 a	0,024 a	-0,004 ni./ns
6	0,047 b	0,022 a	-0,025**

Objaśnienie: wartości średnie oznaczone taką samą literą w wierszu nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  wg testu Newmana-Keulsa, \* i \*\* oznacza wpływ udowodniony odpowiednio przy  $\alpha = 0,05$  i  $\alpha = 0,01$ .

**Tabela 2.** Wpływ 1-MCP oraz warunków i okresu przechowywania na jędrność jabłek (N)

Kombinacje 1-MCP Combinations 1-MCP	Warunki przechowywania/Storage conditions		Efekt KA (KA – NA) CA effect (CA – NA)
	NA/NA	KA/CA	
Kontrola/Control	52,1	59,6	7,5**
Traktowane 1-MCP Treated with 1-MCP	60,6	64,7	4,1**
Efekt 1-MCP 1-MCP effect	8,52**	5,08**	
Okres przechowywania (miesiące)/Storage time (months)			
2	4	6	
66,5 c	60,0 b	51,4 a	

Objaśnienie: patrz tabela 1;

O atrakcyjności sensorycznej jabłek w dużym stopniu decyduje również kwasowość. Podczas przechowywania obserwowano sukcesywnie postępujący spadek kwasowości miareczkowej jabłek. W warunkach kontrolowanej atmosfery był on mniejszy niż w normalnej atmosferze (tab. 3), co jest zjawiskiem dobrze udokumentowanym także w literaturze [1]. Utrzymaniu istotnie wyższej kwasowości sprzyjało także traktowanie jabłek 1-MCP. Podobne rezultaty uzyskali wcześniej Rupasinghe i in. [5].

**Tabela 3.** Wpływ 1-MCP oraz warunków i okresu przechowywania na kwasowość (% kwasu jabłkowego)

Kombinacje 1-MCP/Combinations 1-MCP		Efekt 1-MCP 1-MCP effect	
Kontrola/ Control	Traktowane 1-MCP/ Treated with 1-MCP		
0,57	0,60	0,03**	
Okres przechowywania (miesiące) Storage time (months)	Warunki przechowywania/Storage conditions		Efekt KA (KA – NA) CA effect (CA – NA)
	NA/NA	KA/CA	
2	0,74 c	0,84 c	0,10**
4	0,51 b	0,54 b	0,03 ni./ns
6	0,42 a	0,47 a	0,05*

Objaśnienie: patrz tabela 1.

Wśród kryteriów decydujących o jakości jabłek należy również brać pod uwagę atrakcyjne zabarwienie zasadniczej skórki. W trakcie przechowywania barwa zasadnicza skórki ulegała wyraźnej zmianie, przy czym w chłodni zwykłej żółknięcie skórki owoców postępowało zdecydowanie szybciej niż w KA. Należy zaznaczyć, że przemiany te zachodziły istotnie wolniej w owocach traktowanych 1-MCP, ale tylko wówczas, gdy jabłka poddane działaniu tego związku przechowywano w chłodni zwykłej (tab. 4).

**Tabela 4.** Wpływ 1-MCP oraz warunków i okresu przechowywania na barwę zasadniczą skórki (wartość a)

Kombinacje 1-MCP/ 1-MCP combinations	Warunki przechowywania/Storage conditions		Efekt KA (KA – NA) CA effect (CA – NA)
	NA/NA	KA/CA	
Kontrola/ Control	2,90	-3,39	-6,29**
Traktowane 1-MCP Treated with 1-MCP	0,36	-2,95	-3,31**
Efekt 1-MCP/1-MCP effect	-2,54**	0,44 ni./ns	
Okres przechowywania (miesiące) Storage time (months)	Warunki przechowywania/Storage conditions		Efekt KA (KA – NA) CA effect (CA – NA)
	NA/NA	KA/CA	
2	0,33 a	-3,35 a	-3,68**
4	1,84 b	-3,31 a	-5,15**
6	2,72 c	-2,85 b	-5,57**

Objaśnienie: patrz tabela 1.

Barwę zasadniczą stanowi zielony kolor owoców, nadawany przez chlorofil znajdujący się w chloroplastach hipodermi. W literaturze podnoszona jest zależność rozpadu chlorofilu od okresu i warunków przechowywania [6]. O występowaniu takiej zależności świadczą również wyniki zamieszczone w niniejszej pracy. We wszystkich wynikach analiz stwierdzano istotnie więcej chlorofilu w skórce jabłek przechowywanych w KA niż w chłodni zwykłej. Następującemu w owocach rozkładowi chlorofilu można przeciwdziałać także poprzez traktowanie owoców 1-MCP (tab. 5), co jest zgodne z literaturą [11]. Należy podkreślić, że istotny wpływ 1-MCP na zawartość chlorofilu notowano w pierwszych czterech miesiącach przechowywania, jednak po sześciu miesiącach efekt stosowania tego związku uległ zatarciu.

W przypadku jabłek 'Melrose' dużym problemem okazało się występowanie oparzelizny powierzchniowej. W kontrolowanej atmosferze choroba ta występowała w dużo mniejszym nasileniu niż w chłodni zwykłej (tab. 6). Podobnego zdania są Watkins i in. [10], którzy uważają, że przechowywanie owoców w KA zapobiega porażeniu jabłek przez oparzelizną powierzchniową. Okazało się, że wystąpieniu oparzelizny powierzchniowej w czasie przechowywania w normalnej atmosferze można zapobiegać poprzez traktowanie jabłek przy użyciu 1-MCP. Na tej podstawie można przypuszczać, że 1-MCP, podobnie jak warunki KA, ogranicza akumulację w warstwie woskowej jabłek  $\alpha$ -farnenezenu, który utleniając się do trienów powoduje uszkodzenia hipodermi ujawniające się jako rozległe plamy oparzelizny powierzchniowej.

**Tabela 5.** Wpływ 1-MCP oraz warunków i okresu przechowywania na zawartość chlorofilu w skórce ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ )

Okres przechowywania (miesiące) Storage time (months)	Warunki przechowywania/ Storage conditions		Efekt KA (KA – NA) CA effect (CA – NA)
	NA/NA	KA/CA	
2	3,16 c	3,87 c	0,71**
4	2,06 b	3,27 b	1,21**
6	1,54 a	2,07 a	0,53**
Okres przechowywania (miesiące) Storage time (months)	Kombinacje 1-MCP/ 1-MCP combinations		Efekt 1-MCP 1-MCP effect
	Kontrola/ Control	Traktowane 1-MCP Treated with 1-MCP	
2	3,20 c	3,82 c	0,62**
4	2,26 b	3,07 b	0,81**
6	1,75 a	1,86 a	0,11 ni./ns

Objaśnienie: patrz tabela 1.

**Tabela 6.** Wpływ 1-MCP oraz warunków i okresu przechowywania na występowanie oparzelizny powierzchniowej (%)

Kombinacje 1-MCP Combinations 1-MCP	Warunki przechowywania/ Storage conditions		Efekt KA (KA – NA)
	NA/NA	KA/CA	
<b>po 2 miesiącach przechowywania/after 2 months of storage</b>			
Kontrola/Control	0,00	0,00	0,00 ni./ns
Traktowane 1-MCP Treated with 1-MCP	0,00	0,00	0,00 ni./ns
Efekt 1-MCP 1-MCP effect	0,00 ni./ns	0,00 ni./ns	-
<b>po 4 miesiącach przechowywania/after 4 months of storage</b>			
Kontrola/Control	2,22	0,00	-2,22*
Traktowane 1-MCP Treated with 1-MCP	0,53	0,00	-0,53 ni./ns
Efekt 1-MCP 1-MCP effect	-1,69*	0,00 ni./ns	-
<b>po 6 miesiącach przechowywania/after 6 months of storage</b>			
Kontrola/Control	77,75	5,35	-72,40**
Traktowane 1-MCP Treated with 1-MCP	5,98	4,30	-1,68 ni./ns
Efekt 1-MCP 1-MCP effect	-71,77**	-1,05 ni./ns	-

Objaśnienie: patrz tabela 1.

## WNIOSKI

1. Jabłka 'Melrose' przechowywane w chłodni zwykłej zachowują akceptowalną jakość do czterech miesięcy po zbiorze. Dłuższe ich przechowywanie w takich warunkach wiąże się z ryzykiem wzmożonego występowania oparzelizny powierzchniowej.

2. 1-MCP, poprzez hamowanie produkcji etylenu, umożliwia opóźnianie dojrzewania jabłek.

3. W jabłkach poddanych działaniu 1-MCP następuje wolniejszy rozkład chlorofilu i późniejsze przejście zielonej barwy zasadniczej skórki w żółtą. Zieleńska barwa zasadnicza jest charakterystyczna także dla jabłek przechowywanych w warunkach KA.

4. Po zainicjowaniu przez etylen dojrzewania jabłek następuje również przyspieszony spadek jędrności i kwasowości, przy czym przemiany te są większe w chłodni zwykłej niż w KA. Wyższym wartościom tych wyróżników jakości jabłek sprzyjają warunki KA, zwłaszcza po uprzednim poddaniu owoców działaniu 1-MCP.

5. Traktowanie owoców związkiem 1-MCP oraz przechowywanie ich w warunkach KA jest skuteczną metodą zapobiegania oparzeliznie powierzchniowej.



## LITERATURA

- [1] Błaszczak J., Ben J.: Wpływ zróżnicowanych warunków przechowywania na jakość jabłek odmian 'Elstar' i 'Elshof', Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 1999, 66 (351), 245-250.
- [2] Dobrzański B., Rybczyński R.: Interpretacja fizyczna oceny barwy w zastosowaniu do klasyfikacji jakościowej jabłek, Acta Agrophysica, 2000, 37, 17-27.
- [3] Johnson D.S.: Controlled atmosphere (CA) storage of apples, Acta Hort., 1999, 485, 187-193.
- [4] Mir N.A., Beaudry R.M.: Use of 1-MCP to reduce the requirement for refrigeration in the storage of apple fruit, Acta Hort., 2001, 533, 577-580.
- [5] Rupasinghe H.P.V., Murr D.P., Paliyath G., Skog L.: Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples, J. Hort. Sci. Biotechnology, 2000, 75 (3), 271-276.
- [6] Saure M.C.: External control of anthocyanin formation in apple, Scientia Hort., 1990, 42, 181-218.
- [7] Serek M., Sisler E.C., Müller R.: Nowy środek przedłużający trwałość owoców, warzyw i kwiatów, Hasło Ogrodnicze, 2004, 4, 10-13.
- [8] Skrzyński J.: Wpływ podkładki na wzrost i plonowanie drzew oraz jakość i zdolność przechowalniczą jabłek odmiany 'Jonagold'. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy, 2002, 278, s. 1-104.
- [9] Tomala K.: Era 1-MCP w przechowalnictwie owoców. W: „Czynniki wpływające na plonowanie i jakość owoców roślin sadowniczych” (Tomala K. ed). Druk MAR-LEX, Warszawa, 2006, 3, 61-68.
- [10] Watkins C.B., Nock J.F., Whitaker B.D.: Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions, Postharvest Biol. Technol., 2000, 19, 17-32.
- [11] Weis S., Bramlage W.: 1-MCP: How useful can it be on new England apples? Fruit Notes, 2002, 67, 5-9.
- [12] Zimmer P.D., Bierhals D., Silva, Rombaldi C.V.: Inhibition of ACC (1-aminocyclo-propane-1-carboxylic acid) oxidase synthesis in cold-stored apples in controlled atmosphere storage, Ciência Tecnol. Alim, 1999, 19 (3), 338-343.

THE EFFECT  
OF 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP)  
ON THE QUALITY AND STORAGE ABILITY  
OF 'MELROSE' APPLES

## SUMMARY

*The research was conducted during the 2002/2003 storage seasons. Directly after harvest half of the fruits was treated with 0, 65 µl/l 1-MCP for 24 hours while the other half was kept in a common cold storage (0°C). Then both groups of apples were divided into two parts and each part was placed either in common cold storage or controlled atmosphere (3, 0% CO<sub>2</sub> and 1, 5% O<sub>2</sub>). Samples were analyzed after 2, 4 or 6 months of storage. Under common cold storage conditions, storage of 'Melrose' apples must be finished after about four months. A prolonged storage in such conditions can result in worsening of fruit quality, expressed in an excessive reduction of firmness and in an increased incidence of superficial scald. Post-harvest treatment of fruits with 1-methylcyclopropene (1-MCP) with subsequent storage under CA conditions is an effective method of preventing the occurrence of superficial scald. 1-MCP acts for a longer period of time under CA conditions than in a common cold storage. 1-MCP creates new possibilities for storage of climacteric fruits. Apples treated with this compound preserve greater flesh firmness and greener skin colour as well as higher titratable acidity and soluble solids content. Slowing down physiological and biochemical changes as a result of the 1-MCP treatment was connected with a strong decrease of the intensity of ethylene production.*

**Key words:** apples, quality, 1-MCP, ethylene, firmness, titratable acidity.