

**WPLYW KONTROLOWANEJ ATMOSFERY
ORAZ OPAKOWAŃ JEDNOSTKOWYCH
NA TRWAŁOŚĆ PRZECHOWALNICZĄ BROKUŁÓW**

**THE EFFECT OF CONTROL ATMOSPHERE
AND UNIT PACKAGING ON STORAGE ABILITY OF BROCCOLI**

Maria Grzegorzewska, Ewa Badelek
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

WSTĘP

Najlepsze jakościowo brokuły uzyskuje się zwykle jesienią, ze względu na stosunkowo niskie temperatury w czasie dorastania róz oraz, z reguły na większą dostępność wody w glebie. Dobrej jakości brokuły są zwężłe, mają ciemnozieloną barwę i pączki kwiatowe zamknięte. Róże wycina się z częścią łodygi długości 10-12 cm. Po zbiorze są mniej trwałe niż róże kalafiora. Według badań amerykańskich, ubytki naturalne brokułu, w temperaturze 20°C, wynoszą około 0,4% na godzinę (Cantwell 2001) i dlatego po wycięciu róże należy szybko schłodzić do niskiej temperatury i zabezpieczyć przed wędnięciem. Dopuszcza się maksymalne ubytki masy do 4%, bowiem przy wyższych wyraźnie zaznacza się wędnięcie i marszczenie różyczek brokułu (Artes i in. 2001). W temperaturze 20°C już po 4-6 godzinach po zbiorze wzrasta produkcja etylenu, co wpływa na szybkie żółknięcie róz. Dlatego też w czasie składowania, w temperaturze pokojowej czynnikiem powodującym szybkie obniżenie jakości brokułu jest jego żółknięcie (Pogson i Morris 1997). Ekman i Golding (2006) podają, że brokuły przechowywane w temperaturze 0°C zachowują przydatność do handlu przez 7-8 tygodni, natomiast w temperaturze 1°C do 5 tygodni. Zgodnie z Pogsonem i Morrisonem (1997) długość okresu przechowania brokułów jest w dużej mierze uzależniona od porażania ich przez patogeny chorobowe (*Botrytis cinerea*, *Alternaria brassicae* lub *Erwinia carotovora*), powodujące gnicie róz. Pozytywny wpływ na trwałość brokułów w czasie składowania i transportu wywiera kontrolowana i zmodyfikowana atmosfera. Makhoul i in. (1989) polecają kontrolowaną atmosferę zawierającą 1 do 2% O₂ i 5 do 10% CO₂ twierdząc, że takie warunki pozwalają przedłużyć okres przechowania o kilka tygodni. W badaniach Paradisa i in. (1996) różyczkowane brokuły, przechowywane w temperaturze 4°C i kontrolowanej atmosferze zawierającej 2% O₂ i 6% CO₂, utrzymywały dłużej zieloną barwę i po 4 tygodniach tylko na nielicznych różach stwierdzono

plamy gnilne, podczas, gdy składowane w normalnej atmosferze już po 4 tygodniach nie nadawały się do konsumpcji. W kontrolowanej atmosferze wystąpiły jednak brunatnienia na łodydze brokułu w miejscach po obcięciu liści. Również w badaniach wykonanych na różyczkowym brokule przez Bastrasha i in. (1993) najlepsze wyniki uzyskano stosując kontrolowaną atmosferę o składzie 6% CO₂ i 2% O₂. Okres przechowania brokułu można było przedłużyć do 7 tygodni. Róże przez ten czas utrzymywały dobrą jędrność oraz nie wykazywały objawów żółknięcia i rozwoju pleśni. Użycie opakowań z różną przepuszczalnością dla gazów powoduje wytworzenie zmodyfikowanej atmosfery na skutek oddychania róż. W opakowaniach, w których stężenie O₂ spada poniżej 1%, po przechowaniu odczuwalny jest obcy zapach spowodowany oddychaniem beztlenowym (Forney i in. 1991, Ballantyne i in. 1998). Opakowania z półprzepuszczalnej folii, zastosowane w badaniach Bartha i in. (1993), w których po 96 godzinach w temperaturze 20°C ustaliło się stężenie CO₂ na poziomie 9% oraz O₂ na poziomie 3%, przyczyniły się do zahamowania spadku kwasu askorbinowego, chlorofilu i zahamowania aktywności peroksydazy. Gillies i in. (1997) podają, że w opakowaniach ze zmodyfikowaną atmosferą (MAP) brokuły utrzymują dobrą jakość przez 9 dni w temperaturze 2°C i przez 6 kolejnych dni w temperaturze 13°C. Artes i in (2001) polecają folię rozciągliwą do owijania brokułów, a szczególnie folię LDPE 15, w której róże utrzymały dobrą jakość podczas 7 dniowego przechowania w temperaturze 1°C i następnych 2,5 dni w temperaturze 20°C.

Celem badań było określenie wpływu kontrolowanej atmosfery, zawierającej 3% O₂ i wysoki poziom CO₂ (12 i 18%) na jakość i trwałość przechowalniczą brokułów. Ocenie poddano również przydatność opakowań jednostkowych, z różnych rodzajów folii, do składowania brokułów.

MATERIAŁY I METODY

Badania w sezonie przechowalniczym 2010/2011 przeprowadzono na brokule odm. Monaco F₁ oraz Marathon F₁. Brokuły odm. Monaco F₁ zostały zakupione w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym SGGW w Żelaznej, natomiast odm. Marathon F₁ pochodziły z Pola Doświadczalnego Instytutu Ogrodnictwa. Bezpośrednio po zbiorze, zarówno w jednej jak i w drugiej lokalizacji, przycięto liście i pęd oraz założono doświadczenia przechowalnicze.

Kontrolowana atmosfera (KA)

Porównywano trwałość przechowalniczą brokułów składowanych przez 80 dni w normalnej i kontrolowanej atmosferze zawierającej 12% CO₂ – 3% O₂ i 18% CO₂ – 3% O₂. Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach

po 10 róż. Brokuły przeznaczone do normalnej atmosfery zabezpieczono przed wędnięciem, wykładając skrzynki folią PE. Brokuły kierowane do kontenerów z KA pozostawiono bez folii, aby w pełni wyeksponować różę na działanie atmosfery o zmienionym składzie tlenu i dwutlenku węgla. W komorze chłodniczej i kontenerach z KA utrzymywano temperaturę $0+1^{\circ}\text{C}$. Po zakończeniu przechowywania mierzono ubytki masy oraz określano następujące cechy róż: barwa, zwartość, otwieranie pąków, gnicie i wartość handlowa. Po chłodniczym przechowaniu, brokuły przenoszono do warunków symulowanego obrotu towarowego (SOT) czyli do temperatury $18-20^{\circ}\text{C}$.

Opakowania jednostkowe

Testowano przydatność następujących opakowań jednostkowych (woreczków o wymiarach $25 \times 30 \text{ cm}$) do przechowywania brokułów: z poliestru etylu i polietylenu (PET/PE) z mikroperforacją, polipropylenu (P-Plus) z mikroperforacją, poliestru etylu (PET) z mikroperforacją, polietylenu (PE) z perforacją (16 otworów o $\varnothing 0,04 \text{ cm}$) i polietylenu (PE) bez perforacji. Doświadczenie założono w 10 powtórzeniach po jednej róży (do jednego woreczka zapakowano jedną różę). Brokuły składowano przez okres trzech i sześciu tygodni w temperaturze $0+1^{\circ}\text{C}$. Po każdym okresie chłodniczego przechowania, brokuły składowano dalej w warunkach symulowanego obrotu towarowego (SOT), czyli w temperaturze $18-20^{\circ}\text{C}$. Zarówno po zakończeniu każdego okresu przechowywania jak i w czasie SOT określano ubytki masy i cechy takie jak w badaniach z kontrolowaną atmosferą.

Wyniki badań opracowano statystycznie stosując test Newmana-Keulsa, przy poziomie istotności $\alpha=0.05$. Obliczenia wykonano oddzielnie dla poszczególnych odmian. Średnie różniące się istotnie oznaczono różnymi literami.

WYNIKI

Kontrolowana atmosfera

Ubytki masy brokułów przechowywanych w KA były nieco wyższe niż w normalnej atmosferze (tab.1). Wykładanie skrzynek folią polietylenową przyczyniło się do utrzymania wysokiej wilgotności względnej powietrza w bezpośrednim otoczeniu brokułów, składowanych w normalnej atmosferze, co wpływało na obniżenie intensywności transpiracji róż. Wystąpiły różnice w jędrności róż i podobnie jak w pracach Artesa i in. (2001) u brokułów przechowywanych w KA, u których ubytki wynosiły około 4%, stwierdzono wędnięcie róż.

Tabela 1. Ubytki masy brokułów po 80 dniach przechowywania, % w stosunku do masy początkowej róż

Table 1. The natural weight loss after 80 days of storage (%)

Sposób przechowywania Storage method	Monaco F ₁	Marathon F ₁
KA/CA (12% CO ₂ - 3% O ₂)	4,1 c	3,7 b
KA/CA (18% CO ₂ - 3% O ₂)	2,6 b	3,0 a
normalna atmosfera; normal atmosphere	1,5 a	2,6 a

temperatura przechowania / storage temperature - 0+1°C

Brokuły odm. Monaco F₁ zachowały wyższą wartość handlową w czasie przechowywania zarówno w normalnej jak i kontrolowanej atmosferze, niż odmiany Marathon F₁. W przypadku Marathon F₁ stwierdzono niewielkie zmiany barwy i otwieranie się pąków kwiatowych, podczas gdy brokuły Monaco F₁ zachowały niezmienną barwę, a otwieranie pąków kwiatowych wystąpiło tylko w minimalnym stopniu (tab. 2).

Kontrolowana atmosfera w istotny sposób wpłynęła na zahamowanie rozwoju patogenów chorobotwórczych. Róże składowane przez 80 dni w atmosferze o obniżonej koncentracji tlenu i podwyższonej dwutlenku węgla nie wykazywały żadnych objawów gnicia. W normalnej atmosferze na różach Monaco F₁ stwierdzono początek gnicia, natomiast na różach Marathon F₁ zaznaczyło się silne gnicie. Ponadto różę Marathon F₁ przechowywane w normalnej atmosferze charakteryzowały się zmienioną jasnozieloną barwą. Wartość handlowa brokułów obu odmian, przechowywanych w KA, była bardzo dobra i dobra, natomiast przechowywanych w normalnej atmosferze dość dobra dla odm. Monaco F₁ i zła dla odm. Marathon F₁. Wcześniej pozytywny wpływ kontrolowanej atmosfery na trwałość przechowalniczą brokułów wykazali: Makhlouf i in. (1989), Paradis i in. (1996,) Bastrash i in. (1993).

Tabela 2. Wyniki przechowania brokułów (80 dni) w kontrolowanej i normalnej atmosferze

Table 2. The results of broccoli storage for 80 days in controlled and normal atmosphere

Odmiana Cultivar	Sposób przechowywania Storage method	Cechy róż; Heads features				
		barwa colour	zwartość compactness	otwieranie pąków buds opening	gnicie rotting	wartość handlowa marketable value
Monaco F ₁	KA (12% CO ₂ -3% O ₂)	10,0	8,9	9,9	10,0 a	8,9 a
	CA (12% CO ₂ -3% O ₂)					
	KA (18% CO ₂ -3% O ₂)	10,0	8,9	9,9	10,0 a	8,9 a
	CA (18% CO ₂ -3% O ₂) normalna atmosfera, normal atmosphere	10,0	9,1	9,8	8,1 b	7,3 b
Marathon F ₁	KA (12% CO ₂ -3% O ₂)	9,0 a	8,5 a	9,0 a	10,0 a	8,0 a
	CA (12% CO ₂ -3% O ₂)					
	KA (18% CO ₂ -3% O ₂)	9,0 a	8,0 a	9,0 a	10,0 a	8,5 a
	CA (18% CO ₂ -3% O ₂) normalna atmosfera, normal atmosphere	6,8 b	5,6 b	7,8 b	3,5 b	2,3 b

temperatura przechowania / storage temperature - 0+1°C

Skala oceny brokułów; broccoli evaluation score:

barwa: 10-ciemno zielone, 8-zielone z lekkim rozjaśnieniem, 6-zielone z lekkim żółknięciem, 4-średnio żółte, 2-silnie żółte

colour: 10-dark green, 8-green with light lightness, 6-green with light yellowing, 4-middle yellow, 2-yellow

zwartość: 10-bardzo zwarte, 8-lekka utrata zwartości, 6-widoczna utrata zwartości, 4-średnio luźne, 2-bardzo luźne

compactness: 10-compact, 8-light losing of compactness, 6-the visible losing of compactness, 4-middle incompact, 2-incompact

otwieranie pąków: 10-100% zamkniętych, 8-20% pąków otwartych, 6-40% pąków otwartych, 4-60% pąków otwartych, 2-80% pąków otwartych

the buds opening: 1-100% closed, 8-20% buds opened, 6-40% buds opened, 4-60% buds opened, 2-80% buds opened

gnicie: (10-7)-brak gnicia, 6-(1-3) małe gnilne plamy, 4-dość silne gnicie, 2-silne gnicie
rotting: (10-7)-lack of rotting, 6-(1-3) small spots of rotting, 4-quite strong rotting, 2-strong rotting

wartość handlowa: 10-doskonała, róże jak świeżo zebrane, 8-dobra, 6-zadowolająca, 4-słaba, 2-zła

marketable value: 10-excellent, 8-good, 6-satisfactory, 4-miserable, 2-bad

Opakowania jednostkowe

Ubytki naturalne masy brokułów zwiększały się wraz z przedłużaniem okresu przechowywania róż. Ubytki dla róż w woreczkach z folii PET/PE, P-Plus i PE z perforacją po 21 dniach przechowywania wynosiły od 0,3% do 0,5%, natomiast po 42 dniach od 0,3% do 0,9%. Najwyższe ubytki dla obydwu odmian, zarówno po krótszym jak i dłuższym okresie przechowywania, stwierdzono dla róż w woreczkach z folii PET z mikroperforacją: 0,7-0,8% po 21 dniach i 1,2-1,6% po 42 dniach przechowywania. W folii PE bez perforacji, ubytki róż odm. Maraton F₁ były niskie, natomiast odm Monaco F₁ stosunkowo wysokie, dochodzące do 1,5% po dłuższym przechowywaniu (tab. 3).

Tabela 3. Ubytki naturalne brokułów w zależności od długości okresu przechowywania i rodzaju opakowania jednostkowego (% masy początkowej róż)

Table 3. The natural weight loss depending of storage time and the type of unit packaging (% of initial weight)

Rodzaj opakowania (rodzaj folii) Type of packaging (film type)	Długość chłodniczego przechowywania Storage time	
	21 dni 21 days	42 dni 42 days
Monaco F ₁		
A	0,5 a	0,9 a
B	0,4 a	0,8 a
C	0,8 b	1,6 b
D	0,4 a	0,8 a
E	0,9 b	1,5 b
Marathon F ₁		
A	0,3 a	0,3 a
B	0,3 a	0,5 b
C	0,7 b	1,2 c
D	0,4 a	0,6 b
E	0,3 a	0,5 b

temperatura przechowania; storage temperature - 0+1°C

Rodzaj folii/Film type: A) PET/PE z mikroperforacją, PET/PE with microperforation; B) P-Plus z mikroperforacją, P-Plus with microperforation; C) PET z mikroperforacją, PET with microperforation; D) PE z perforacją, PE with perforation; E) PE bez perforacji, PE tightly sealed

Po 21 dniach chłodniczego przechowania stwierdzono wysoką wartość handlową brokułów we wszystkich typach opakowań jednostkowych. Przedłużając przechowanie do 42 dni, wartość handlowa obniżyła

się we wszystkich obiektach, pozostając na poziomie bardzo dobrym i dobrym. Opakowaniem wyróżniającym się na tle pozostałych typów, jest woreczek z folii P-Plus z mikroperforacją. W opakowaniu tym brokuły odm Monako F₁ odznaczyły się najwyższą, natomiast odm Marathon F₁ najniższą wartością handlową po 42 dniach chłodniczego przechowywania (tab. 4).

Tabela 4. Wartość handlowa brokułów w zależności od długości okresu przechowywania oraz rodzaju zastosowanego opakowania jednostkowego (skala 0-10)

Table 4. Marketable value of broccoli depending of storage time and type of packaging (score 0-10)

Rodzaj folii Film type	Długość okresu przechowywania; Storage time	
	21 dni / 21 days	42 dni / 42 days
Monaco F ₁		
A*)	10,0 a	8,3
B	9,0 c	8,7
C	9,5 b	8,5
D	9,2 c	8,2
E	10,0 a	8,0
Marathon F ₁		
A	10,0 a	8,4
B	9,0 b	7,8
C	9,0 b	8,7
D	9,0 b	8,7
E	10,0 a	8,7

temperatura przechowywania / storage temperature - 0+1°C

Skala oceny brokułów pod tabelą 2; broccoli evaluation score under table 2

*) Uwaga: opis pod tabelą 3; Note: description under table 3

Ubytki naturalne brokułów, po wstawieniu ich do warunków imitujących sprzedaż detaliczną (18-20°C), wzrastały z różną intensywnością, w zależności od odmiany i zastosowanego opakowania jednostkowego. Podobnie jak w okresie chłodniczego przechowywania, wyraźnie najwyższe ubytki wystąpiły u brokułów składowanych w woreczkach z folii PET z mikroperforacją (tab. 5).

Tabela 5. Ubytki naturalne brokułów po chłodniczym przechowaniu, w zależności od długości okresu SOT i rodzaju opakowania jednostkowego (%)

Table 5. The weight loss of broccoli depending of shelf life period and type of packaging (%)

Rodzaj opakowania (rodzaj folii) Type of packaging (film type)	chłodnicze przechowanie - 21 dni cold storage - 21 days			chłodnicze przechowanie - 42 dni cold storage - 42 days	
	SOT, shelf life			SOT, shelf life	
	2 dni 2 days	5 dni 5 days	7 dni 7 days	2 dni 2 days	5 dni 5 days
Monaco F ₁					
A	0,4	0,8 a	1,0 a	1,1 a	1,3 a
B	0,5	0,7 a	0,9 a	0,9 a	1,1 a
C	1,1	1,7 b	2,2 b	2,5 b	3,2 b
D	0,6	0,9 a	1,2 a	0,9 a	1,3 a
E	0,9	1,4 ab	1,6 ab	1,7 ab	1,9 a
Marathon F ₁					
A	0,4 a	0,6 a	0,7 a	0,3 a	0,5 a
B	0,6 b	0,9 c	1,2 b	0,7 b	0,9 b
C	1,3 c	1,9 d	2,5 c	1,8 d	2,3 d
D	0,7 b	1,0 c	1,3 b	1,0 c	1,3 c
E	0,6 b	0,8 b	1,0 b	0,8 b	1,0 b

temperatura przechowania / storage temperature - 0+1°C

*^y) Uwaga: opis pod tab. 3, Note: description under table 3

W czasie SOT jakość róż pogarszała się. Największe tempo spadku jakości stwierdzono u brokułów składowanych w opakowaniach z folii PE perforowanej i w przypadku odm. Monaco F₁ również w folii PE szczelnie zamkniętej (tab. 6). Dodatkowo róż z opakowań z folii PE po dłuższym okresie chłodniczego przechowywania, pomimo nawet wysokiej oceny ich wyglądu zewnętrznego, odznaczały się zmienionym, ostrym zapachem.

Tabela 6. Wartość handlowa brokułów w zależności od długości okresu składowania w SOT oraz rodzaju zastosowanego opakowania jednostkowego (skala 0-10)

Table 6. The marketable value of broccoli, depending of shelf life period and type of packaging (score 0-10)

Rodzaj opakowania (rodzaj folii) Type of packaging (film type)	chłodnicze przechowanie - 21 dni cold storage - 42 days			chłodnicze przechowanie - 42 dni cold storage - 42 days	
	SOT, shelf life			SOT, shelf life	
	2 dni 2 days	5 dni 5 days	7 dni 7 days	2 dni 2 days	5 dni 5 days
Monaco F ₁					
A*)	9,0	8,5	7,5	7,5	6,0
B	9,0	9,0	7,0	8,0	6,0
C	8,5	8,5	7,5	8,5	6,8
D	9,0	7,5	5,0	8,2	5,5
E	9,0	7,5	7,0	6,0	5,0
Marathon F ₁					
A	9,0	9,0 a	8,0	7,0	6,5 ab
B	8,5	7,7 b	5,0	6,5	4,5 b
C	8,0	8,0 b	8,0	8,5	7,5 a
D	9,0	5,0 c	5,0	6,7	4,5 b
E	9,0	9,0 a	8,0	8,5	8,2 a

temperatura przechowania / storage temperature - 0+1°C

Skala oceny brokułów pod tabelą 2; broccoli evaluation score under table 2

*) Uwag; opis pod tabelą 3; Note: description under table 3

Wyniki, przedstawione w tabeli 7 wskazują, że w opakowaniach z folii PE bez perforacji, już po 21 dniach chłodniczego przechowania stwierdzono całkowite wyczerpanie tlenu. Wynika z tego, że w brokułach z tych opakowań rozpoczął się proces oddychania beztlenowego, powodujący reakcje fermentacyjne. Brokuły takie, bez względu na ich wygląd zewnętrzny, nie powinny być kierowane do handlu, ponieważ nastąpiły w nich niekorzystne zmiany chemiczne. Według Forney i in. (1991) oraz Ballantyne i in. (1998) reakcje fermentacyjne w brokułach zachodzą już przy spadku stężenia tlenu poniżej 1%.

W woreczkach z folii PE perforowanej (16 otworów o \varnothing 0.04 cm) zmiany w zawartości O₂ i CO₂ są niewielkie. W woreczkach tych w czasie SOT rozwijało się gnicie i brokuły szybko traciły przydatność do handlu.

Tabela 7. Procentowa zawartość dwutlenku węgla i tlenu w opakowaniach jednostkowych, po chłodniczym przechowaniu brokułów
 Table 7. The content of CO₂ and O₂ in unit packaging after cold storage (%)

Rodzaj opakowania (rodzaj folii) Type of packaging (film type)	chłodnicze przechowanie - 21 dni cold storage - 21 days		chłodnicze przechowanie - 42 dni cold storage - 42 days	
	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂
Monaco F ₁				
A*)	16,4	6,6	8,9	12,4
B	4,4	16,5	2,0	19,0
C	16,0	7,6	7,1	14,3
D	2,2	18,4	0,8	20,3
E	13,9	0,0	4,4	0,8
Marathon F ₁				
A	5,3	15,7	5,7	15,2
B	1,7	19,2	1,3	19,5
C	6,3	14,7	3,9	17,1
D	0,8	20,1	0,8	20,1
E	6,4	0,0	4,1	1,5

temperatura przechowania / storage temperature - 0+1°C

*) Uwaga: opis pod tabelą 3; Note: description under table 3

W woreczkach z folii z mikroperforacją, utrzymująca się zmodyfikowana atmosfera, szczególnie w folii PET/PE i PET, okazała się korzystna do przechowania brokułów. W warunkach obniżonej koncentracji tlenu oraz podwyższonej dwutlenku węgla (do bezpiecznych granic) brokuły zachowywały lepszą barwę i zwięzłość oraz wykazały lepszą odporność na choroby przechowalnicze. Opakowania z folii półprzepuszczalnej do składowania brokułów polecają w swoich doniesieniach Barth i in. (1993), Gillies i in. (1997) i Artes i in. (2001).

Literatura

- Artes F., Vallejo F., Martinez J. A. 2001. Quality of broccoli as influenced by film wrapping during shipment. *Eur. Food Res. Technol* 213: 480-483.
- Ballantyne A., Stark R., Selman J.D. 1998. Modified atmosphere packaging of broccoli florets. *International Journal of Food Science & Technology*. 23 (4): 353-360.
- Barth M.M., Kerbel E.L., Broussard S., Schmidt S.J. 1993. Modified atmosphere packaging protects market quality in broccoli spears under ambient temperature storage. *Journal of Food Science* 58 (5): 1070-1072.

- Bastrash S., Makhlof J., Castaigne F., Willemot C. 1993. Optimal controlled atmosphere conditions for storage of broccoli florets. *Journal of Food Science*. 58 (2): 338-341.
- Ekman J.H., Golding J.B. 2006. Preliminary evaluation of storage technologies for broccoli, cauliflower and head lettuces. *Acta Hort*. 712: 201- 2008.
- Forney C.F., Mattheis J.P., Austin R.K. 1991. Volatile compounds produced by broccoli under anaerobic conditions. *J. Agric. Food. Chem.* 39: 2257-2259.
- Gillies S.L., Cliff M.A., Toivonen P.M.A., King M.C. 1997. Effect of atmosphere on broccoli sensory attributes in commercial MAP and microperforated packages. *Journal of Food Quality* 20(2): 105-115.
- Makhlof J., Castaigne F., Arul J., Willemot C., Gosselin A. 1989. Long term storage of broccoli under controlled atmosphere. *HortScience* 24:637-639.
- Paradis C., Castaigne F., Desrosiers T., Fortin J., Rodrigue N., Willemot C. 1996. Sensory, nutrient and chlorophyll changes in broccoli florets during controlled atmosphere storage. *Journal of Food Quality* 19(4): 303-316.
- Pogson B.J., Morris S.C. 1997. Consequences of cool storage of broccoli on physiological and biochemical changes and subsequent senescence at 20°C. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122(4): 553-558.

Maria Grzegorzewska, Ewa Badełek

THE EFFECT OF CONTROL ATMOSPHERE AND UNIT PACKAGING ON STORAGE ABILITY OF BROCCOLI

Summary

The study was carried out on broccoli *cv.* Monaco F₁ and Marathon F₁. The broccoli heads were stored in two concentrations of controlled atmosphere: 12% CO₂ – 3% O₂ and 18% CO₂ – 3% O₂. The broccoli were kept also in normal atmosphere in 0+1°C. After 80 days of storage in CA, the heads did not show any rooting spots and their marketable value was still high. On the heads from normal atmosphere the rooting development was found, and broccoli loosed their able consumable value.

In second part of the study, the usefulness of different type of unit packages was tested. There were bags from film; polyester ethyl and polyethylene (PET/PE) with micro perforation, polypropylene (P-Plus) with micro-perforation, polyester ethyl (PET) with mikroperforation, polyethylene (PE) with perforation (16 wholes ø 0, 04 cm) and polyethylene (PE) without perforation. The modified atmosphere, which was created inside the bags with micro perforation, influenced on maintaining good colors and compactness as well high marketable value of broccoli heads. In the bags from PE film tightly sealed, during 26 days at 0+1°C, the broccoli consumed all oxygen volume and the process of anaerobic respiration has begun.