

Dr inż. Ewa ANDZIAK
Prof. dr hab. Kazimierz TOMALA
Mgr inż. Małgorzata SIKORA
Katedra Sadownictwa

Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, SGGW w Warszawie

WPŁYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA JAKOŚĆ JABŁEK 'ŠAMPION'

Część I

JĘDRNOŚĆ MIĄSZU I KWASOWOŚĆ MIARECZKOWA®

Badania nad jakością przechowalniczą jabłek 'Šampion' prowadzono w trzech kolejnych sezonach przechowalniczych (2001/2002; 2002/2003 i 2003/2004). Owoce zbierano w terminie optymalnym do długiego przechowywania. Bezpośrednio po zbiorze część owoców poddawano przez 10 dni działaniu CO₂ w stężeniu 10%, zaś pozostałe jabłka przetrzymywano w normalnej atmosferze (1°C). Następnie owoce umieszczano w docelowych warunkach przechowywania na okres 4, 6 lub 8 miesięcy. Zastosowano 6 składów gazowych kontrolowanej atmosfery (KA) (CO₂: O₂): 1,5:1,5; 3:1,5; 5:1,5; 1,5:3; 3:3 i 5:3. Kontrolę stanowiły warunki chłodni zwykłej (1°C). Jędrność i kwasowość owoców oznaczano bezpośrednio po przechowywaniu oraz po 7 dniach symulowanego obrotu. Pozbiornicze traktowanie jabłek CO₂ w stężeniu 10%, w większości przypadków, nie wpłynęło na zachowanie ich lepszej jakości. Największy i najbardziej drastyczny spadek jędrności miąższu i kwasowości obserwowano po przechowywaniu jabłek w chłodni zwykłej. Należy podkreślić, że w warunkach ULO (kontrolowanej atmosfery z tlenem na bardzo niskim poziomie) jabłka zachowały najlepszą jakość (najwyższa jędrność i kwasowość). Miało to swoje odzwierciedlenie także w warunkach symulowanego obrotu.

Słowa kluczowe: jabłka, przechowywanie, jakość, jędrność, kwasowość miareczkowa.

WPROWADZENIE

W ostatnich latach wielkość produkcji jabłek w Polsce wynosi ponad 2, 5 mln ton co plasuje nasz kraj, po Chinach i USA, na trzecim miejscu na świecie. W tej sytuacji rodzimy rynek jabłek staje się coraz bardziej wymagającym rynkiem konsumenta. O popularności odmiany wśród konsumentów decyduje jakość owoców. Coraz większą rolę odgrywa nie tylko świeży wygląd, ale również smak i tekstura, a przede wszystkim jędrność miąższu. Jedną z odmian najbardziej lubianych przez polskich konsumentów są jabłka 'Šampion'. Mimo niekwestionowanych walorów estetyczno-smakowych, wadą jabłek tej odmiany jest dość szybki spadek jędrności.

Tempo mięknięcia miąższu w dużym stopniu zależy zarówno od warunków atmosferycznych jak i warunków przechowywania. Wychodząc naprzeciw temu zagadnieniu, w niniejszej pracy prezentowanej w artykule oceniano instrumentalnie zmiany jędrności i kwasowości jabłek 'Šampion' w czasie przechowywania w chłodni zwykłej (NA) oraz w warunkach kontrolowanej atmosfery (KA), przy zróżnicowanym stężeniu dwutlenku węgla i tlenu. Zajmowano się także oceną wpływu krótkotrwałego traktowania owoców bezpośrednio po zbiorze dwutlenkiem węgla w stężeniu 10% na ich jakość.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na jabłkach odmiany Šampion pochodzących z drzew uszlachetnionych na podkładce M.9

T339; w roku rozpoczęcia badań drzewa miały 8 lat. W kwarterze prowadzono standardowe zabiegi pielęgnacyjne. Ochronę przed chorobami i szkodnikami, cięcie i nawożenie drzew wykonywano zgodnie z zaleceniami dla sadów towarowych. Glebę utrzymywano w ugorze herbicydowym w rzędach drzew z murawą w międzyrzędziach. Korony drzew prowadzono w formie wrzecionowej. Zawiązki owoców przeredzano dwukrotnie, tj. chemicznie przy użyciu preparatu Pomonit, które uzupełniono przeredzaniem ręcznym.

Jabłka zebrano 27 września 2001 roku, 23 września 2002 roku i 20 września 2003 roku. Bezpośrednio po zbiorze połowę owoców przechowywano przez 10 dni w atmosferze zawierającej 10% CO₂ i 11% O₂ (drugą połowę przechowywano w normalnej atmosferze), a następnie umieszczono je w docelowych warunkach przechowywania. Jabłka przechowywano w warunkach KA w następujących składach gazowych (CO₂: O₂): 1,5:1,5; 3,0:1,5; 5,0:1,5; 1,5:3,0; 3,0:3,0; i 5,0:3,0. Kontrolę stanowiły warunki chłodni zwykłej (1°C). Owoce przechowywano 120, 180 i 240 dni. Doświadczenie założono w czterech powtórzeniach; powtórzenie stanowiło około 16 kg owoców. Jakość jabłek określano zarówno bezpośrednio po zbiorze i po przechowywaniu jak i po siedmiu dniach przetrzymywania ich w temperaturze pokojowej.

Jędrność miąższu oznaczano za pomocą jędrnościomierza firmy Instron, przy użyciu trzpienia o średnicy 11 mm. Pomiaru dokonywano na 10 owocach z powtórzenia. Na każdym jabłku wykonywano po dwa pomiary, tj. od strony pokrytej rumieńcem i po stronie przeciwległej. Wyniki podano w niutonach.

Kwasowość miareczkową określano w soku wyciśniętym z owoców uprzednio użytych do oznaczeń ekstraktu. W tym

celu roztwór soku (rozcieńczony w wodzie) zobojętniano 0,1 n roztworem NaOH do uzyskania pH = 8,1. Kwasowość miareczkową wyrażano w procentach kwasu jabłkowego zakładając, że 1 ml 0,1 NaOH wiąże 6,7 mg kwasu jabłkowego.

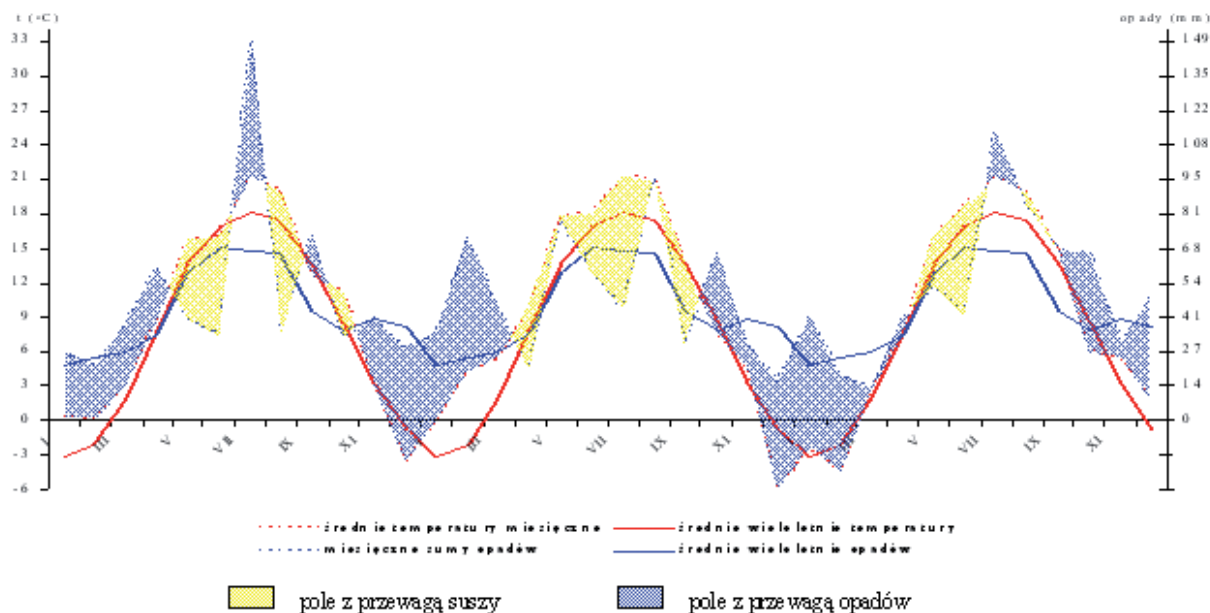
METODY OPRACOWANIA WYNIKÓW

Wyniki poddano trzyczynnikowej analizie wariancji. W pracy oceniano wpływ stężenia tlenu oraz wpływ stężenia dwutlenku węgla, a także wpływ uprzedniego traktowania jabłek wysokim stężeniem CO₂ na jędrność i kwasowość miareczkową miąższu. Oceny istotności wpływu badanych czynników dokonano na podstawie testu *F*-Fishera-Snedecora. Przy porównaniu średnich posługiwano się testem Newmana-Keulsa. Istotność wpływu stężenia tlenu i stężenia dwutlenku węgla oceniano przy poziomie wiarygodności $\alpha = 0,05$, natomiast przy ocenie istotności wpływu traktowania jabłek wysokim stężeniem CO₂ stosowano trzy poziomy wiarygodności: $\alpha = 0,10$ (oznaczony znakiem °), $\alpha = 0,05$ (oznaczony znakiem *) oraz $\alpha = 0,01$ (oznaczony znakiem **).

WYNIKI I DYSKUSJA

1. Warunki atmosferyczne

Rok 2001 charakteryzował się najchłodniejszym okresem wegetacji, a także największymi opadami spośród trzech lat badań. Okres wegetacji w roku 2002 był zdecydowanie najcieplejszy, z najmniejszą ilością opadów. Rok 2003 charakteryzował się chłodną wiosną oraz dużymi opadami w tym okresie. Na przełomie wiosny i lata odnotowano okres z przewagą suszy, natomiast w kolejnych miesiącach, tj. w lipcu, sierpniu oraz we wrześniu średnia miesięczna suma opadów była wyższa w porównaniu do średniej wieloletniej (rys. 1).



Rys. 1. Średnie miesięczne temperatury i sumy opadów w latach 2001-2003.

2. Stan fizjologiczny owoców bezpośrednio po zbiorze

Wyniki uzyskane na podstawie analiz wykonywanych bezpośrednio po zbiorze wskazują na dość znaczne różnicowanie stanu fizjologicznego jabłek w poszczególnych latach. W roku 2001 owoce charakteryzowały się najniższą jędrnością i jednocześnie niską zawartością ekstraktu oraz kwasowością ogólną. Prawdopodobnie wynikało to z warunków atmosferycznych w okresie wegetacji, kiedy to lato było chłodne i nie sprzyjało wykształceniu dobrej jakości jabłek. Najbardziej twarde i zarazem najśłodsze okazały się owoce w drugim roku badań. Bezpośrednio po zbiorze jabłka te cechowały się największym stopniem rozkładu skrobi oraz największą zawartością etylenu w komorach nasiennych. Natomiast w ostatnim z trzech lat badań owoce wyróżniały się najwyższą kwasowością i najmniejszym stopniem rozkładu skrobi (tab. 1).

Tabela 1. Wybrane parametry jakości jabłek bezpośrednio po zbiorze w latach 2001-2003

Badane wyróżniki	Rok		
	2001	2002	2003
Stężenie etylenu w komorach nasiennych ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \cdot \text{l}^{-1}$)	0,15	0,23	0,13
Test skrobiowy (1-10)	6,4	7,7	5,0
Jędrność (N)	58,6	75,3	66,1
Zawartość ekstraktu (%)	12,2	13,4	12,8
Kwasowość miareczkowa (%)	0,37	0,52	0,78

3. Jędrność miąższu

W niniejszej pracy notowano znaczny spadek jędrności owoców zarówno podczas ich przechowywania (tab. 2-4), jak i w trakcie symulowanego obrotu (tab. 5-7). Należy zaznaczyć, że tempo tego procesu zależało w sposób istotny od warunków i okresu przechowywania owoców. W warunkach

KA, po ośmiu miesiącach przechowywania jędrność jabłek oscylowała wokół 40-50 N, podczas gdy w NA już po upływie 4 miesięcy wynosiła tylko 30-34 N. Korzyści wynikające z obniżenia zawartości tlenu i podwyższenia dwutlenku węgla w atmosferze otaczającej owoce przełożyły się również na wyniki uzyskane po okresie symulowanego obrotu. Po 8 miesiącach przechowywania w KA i 7 dniach przetrzymywania jabłek w temperaturze pokojowej owoce charakteryzowały się twardością miąższu ok. 35 N, natomiast w przypadku NA – zaledwie ok. 20 N. W literaturze znajdują się zakresy akceptowalności dla jędrności miąższu poszczególnych odmian. De Ell i in. [7] ustalili, że niezależnie od odmiany, jabłka o jędrności poniżej 45 N są oceniane jako zbyt miękkie. W niniejszym doświadczeniu taka twardość miąższu cechowała owoce jedynie bezpośrednio po przechowywaniu w warunkach KA. Jabłka, które dojrzewały po przechowywaniu przez 7 dni w temperaturze 20°C już po 6 miesiącach charakteryzowały się jędrnością ok. 40 N. Wydaje się jednak, że taka jędrność miąższu nie dyskwalifikuje zupełnie długiego przechowywania jabłek odmiany Šampion. Również Płocharski i Konopacka [12] są zdania, że zakres akceptowalności tego wskaźnika zmienia się zależnie od odmiany i bywa, że przedział ten może mieć dużą rozpiętość. Ci sami autorzy podają, że w przypadku jabłek ‘Elstar’ konsumenci akceptują twardość miąższu w przedziale od 30 do 75 N.

We wszystkich latach badań, zgodnie z oczekiwaniami, jabłka przechowywane w chłodni zwyklej charakteryzowały się zdecydowanie większym spadkiem jędrności niż owoce przechowywane w KA. Analiza statystyczna wyników wykazała, iż obniżenie stężenia tlenu z 21 do 3% zawsze w sposób istotny hamowało proces mięknięcia miąższu. Zależność tę udowodniono zarówno bezpośrednio po przechowywaniu, jak i po 7 dniach symulowanego obrotu. Uzyskane wyniki są potwierdzeniem danych z literatury. W literaturze dotyczącej tego zagadnienia szczególną uwagę przywiązuje się do stęże-

nia tlenu w atmosferze otaczającej owoce podczas ich przechowywania [6], ponieważ w wielu doświadczeniach uzyskano ograniczenie spadku jędrności owoców w warunkach obniżonej zawartości tlenu w porównaniu do normalnej atmosfery [1]. Stwierdzono przy tym, że w warunkach ULO (ultra low oxygen) spadek jędrności jabłek w czasie przechowywania jest jeszcze mniejszy niż w KA [4], [9], dzięki czemu owoce dłużej zachowywały satysfakcjonującą jakość [11].

Również w niniejszym doświadczeniu obserwowano istotny wpływ obniżenia zawartości tlenu z 3 do 1, 5% na zachowanie wyższej jędrności jabłek. Podobnie zapatrują się na to zagadnienie Graell i in. [10], którzy podają, że atmosfera o składzie gazowym 1% CO₂ + 1% O₂ sprzyjała większej trwałości jabłek niż warunki KA (3% CO₂ + 3% O₂) lub ULO (2% CO₂ + 2% O₂). Z badań Skrzyńskiego [13], prowadzonych na jabłkach odmiany Šampion wynika, że wyższą jędrnością po przechowywaniu cechowały się jabłka ze składu gazowego 2% CO₂ i 2% O₂ oraz 5% CO₂ i 3% O₂ niż 0% CO₂ i 1,5% O₂. Jednakże po okresie symulowanego obrotu okazało się, że owoce przechowywane w technologii ULO traciły jędrność w mniejszym stopniu niż jabłka pochodzące z KA. Podobną zależność odnotowano także w niniejszej pracy.

W wielu pracach dotyczących mięknięcia jabłek podnoszone jest znaczenie CO₂ [2]. W niniejszej pracy, rozpatrując wpływ stężenia CO₂ na jędrność jabłek po przechowywaniu, obserwowano zwykle tendencję do wyższej jędrności miąższu u owoców przechowywanych w obecności 5% tego gazu. Jednak w warunkach symulowanego obrotu zależność ta ulegała zatarciu. Po 7 dniach przetrzymywania owoców w temperaturze pokojowej istotnie jędrniejsze okazywały się zwykle jabłka przechowywane w atmosferze zawierającej 1,5 niż 3 lub 5% CO₂. Mimo dość zróżnicowanych stężeń CO₂ (1,5; 3 i 5%) nie zawsze stwierdzano korzystny wpływ wyższego stężenia CO₂ na jędrność miąższu.

Tabela 2. Jędrność miąższu jabłek (N) po czterech miesiącach przechowywania zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002		2002/2003		2003/2004				
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂		+ CO ₂		bez CO ₂		+ CO ₂		
NA	31, a	ni	33,4 a	30,1 a	7 ^o	33,9 a	30,9 a	ni	30,7 a
KA ^z	54,9 b	↘**	49,6 b	54,3 b	ni	53,9 b	50,2 b	↘**	42,3 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	56,9 b	↘**	51,1 b	56,6 b	ni	56,8 b	51,9 b	↘**	42,9 a
3% O ₂	52,9 a	↘**	48,0 a	51,9 a	ni	50,9 a	48,6 a	↘**	41,7 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	54,8 a	↘**	47,7 a	52,5 a	ni	53,1 a	49,4 a	↘**	40,5 a
3% CO ₂	53,5 a	↘*	50,8 b	56,6 b	ni	54,6 a	49,6 a	↘**	43,9 b
5% CO ₂	56,5 b	↘**	50,2 b	53,7 a	ni	53,9 a	51,6 b	↘**	42,6 ab

Objaśnienie: ^z – średnio dla sześciu składów gazowych KA; takimi samymi literami oznaczono średnie nie różniące się między sobą przy poziomie istotności α = 0,05; * – zależność udowodniona przy α = 0,05; ** – zależność udowodniona przy α = 0,01.

Tabela 3. Jędrność miąższu jabłek (N) po sześciu miesiącach przechowywania zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002		2002/2003		2003/2004				
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂			
NA	26,5 a	↗**	30,1 a	24,0 a	↗*	32,8 a	30,5 a	↘*	28,0 a
KA ^z	51,7 b	↘*	49,7 b	46,3 b	↗*	48,6 b	49,1 b	↘**	41,6 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	54,3 b	↘**	50,8 b	48,3 b	↗**	51,2 b	49,9 b	↘**	41,9 a
3% O ₂	49,1 a	ni	48,5 a	44,3 a	ni	46,1 a	48,4 a	↘**	41,3 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	52,2 b	↘*	48,9 a	45,0 a	↗*	49,3 b	47,6 a	↘**	40,2 a
3% CO ₂	49,6 a	ni	50,3 a	45,1 a	ni	47,5 a	51,4 b	↘**	41,5 b
5% CO ₂	53,2 b	↘**	49,8 a	48,8 b	ni	49,1 b	48,5 a	↘**	43,1 c

Objaśnienie: patrz tabela 2.

Tabela 4. Jędrność miąższu jabłek (N) po ośmiu miesiącach przechowywania zależnie sezonu i od warunków ich przechowywania

	2001/2002		2002/2003		2003/2004				
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂			
NA	28,7 a	↗**	31,4 a	24,5 a	↗*	29,3 a	28,0 a	ni	29,4 a
KA ^z	52,7 b	↘*	49,2 b	42,2 b	ni	41,7 b	48,1 b	↘**	39,3 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	56,7 b	↘**	48,6 a	42,7 a	ni	43,9 b	48,3 a	↘**	39,3 a
3% O ₂	48,7 a	ni	49,7 a	41,7 a	↘*	39,5 a	47,9 a	↘**	39,2 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	52,4 a	ni	51,8 b	41,3 a	ni	42,8 a	47,0 a	↘**	40,3 b
3% CO ₂	53,4 a	↘**	48,1 a	42,1 ab	ni	40,9 a	47,4 a	↘**	38,1 a
5% CO ₂	52,4 a	↘*	47,5 a	43,2 b	ni	41,4 a	49,8 b	↘**	39,4 ab

Objaśnienie: patrz tabela 2.

Tabela 5. Jędrność miąższu jabłek (N) po czterech miesiącach przechowywania oraz siedmiu dniach symulowanego obrotu zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002		2002/2003		2003/2004				
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂			
NA	25,7 a	↗*	29,8 a	23,7 a	ni	25,7 a	26,3 a	↗°	28,6 a
KA ^z	41,3 b	↘*	38,7 b	33,5 b	↗**	36,0 b	39,2 b	↘**	34,4 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	44,5 b	↘*	41,2 b	34,9 b	↗**	37,7 b	40,9 b	↘**	36,0 b
3% O ₂	38,2 a	ni	36,3 a	32,2 a	↗*	34,2 a	37,5 a	↘**	32,8 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	43,3 b	ni	38,3 a	34,4 a	ni	35,7 a	38,8 a	↘**	33,6 a
3% CO ₂	39,7 a	ni	41,1 b	33,5 a	↗**	37,6 b	39,8 a	↘*	36,0 b
5% CO ₂	41,0 a	↘**	36,8 a	32,8 a	↗°	34,6 a	38,9 a	↘**	33,7 a

Objaśnienie: patrz tabela 2.

Tabela 6. Jędrność miąższu jabłek (N) po sześciu miesiącach przechowywania oraz siedmiu dniach symulowanego obrotu zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002		2002/2003		2003/2004				
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂			
NA	26,5 a	ni	25,8 a	17,7 a	7 ^o	20,4 a	26,4 a	ni	25,7 a
KA ^z	42,8 b	∇*	41,3 b	31,5 b	ni	31,5 b	37,3 b	∇**	34,2 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	46,4 b	∇*	44,2 b	34,1 b	ni	35,2 b	38,4 b	∇**	34,9 a
3% O ₂	39,2 a	ni	38,3 a	28,9 a	ni	27,7 a	36,1 a	∇**	33,4 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	43,9 b	ni	40,3 a	32,6 b	ni	35,0 b	37,2 ab	∇*	35,1 b
3% CO ₂	42,7 ab	ni	42,9 b	31,7 ab	ni	29,2 a	38,2 b	∇**	35,6 b
5% CO ₂	41,7 a	ni	40,6 a	30,3 a	ni	30,3 a	36,3 a	∇**	31,8 a

Objaśnienie: patrz tabela 2.

Tabela 7. Jędrność miąższu jabłek (N) po ośmiu miesiącach przechowywania oraz siedmiu dniach symulowanego obrotu zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002		2002/2003		2003/2004				
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂			
NA	20,9 a	7*	25,9 a	13,1 a	ni	14,5 a	20,1 a	7*	24,2 a
KA ^z	42,5 b	∇**	38,2 b	30,3 b	ni	31,2 b	38,1 b	∇**	33,0 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	45,7 b	∇**	40,6 b	33,3 b	ni	33,9 b	38,3 a	∇**	35,3 b
3% O ₂	39,3 a	∇**	35,8 a	27,3 a	ni	28,5 a	37,9 a	∇**	30,7 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	43,4 b	ni	39,4 b	30,3 ab	ni	33,4 b	38,1 a	∇**	35,5 b
3% CO ₂	41,2 a	ni	39,4 b	31,5 b	ni	30,2 a	38,0 a	∇**	31,9 a
5% CO ₂	42,9 b	∇**	35,9 a	29,0 a	ni	30,1 a	38,4 a	∇**	31,5 a

Objaśnienie: patrz tabela 2.

4. Kwasowość miareczkowa

Wraz z czasem przechowywania notowano stały spadek zawartości kwasów organicznych w jabłkach, przy czym wartość tego wskaźnika zmniejszała się istotnie wolniej w jabłkach przechowywanych w warunkach KA niż w NA (tab. 8-10). Wyniki uzyskane w dwóch ostatnich latach badań wskazują, że kwasowość jabłek spadała gwałtownie po ośmiu miesiącach przechowywania, zwłaszcza w warunkach chłodni zwykłej. Owoce takie mogą być postrzegane przez konsumentów jako nadmiernie słodkie.

W doświadczeniu stwierdzono wyraźny wpływ stężenia tlenu na kwasowość jabłek. W warunkach KA obniżenie stężenia tego gazu z 3 do 1,5% przyczyniło się istotnie do utrzymania wyższej kwasowości jabłek oznaczanej zarówno bezpośrednio po przechowywaniu (tab. 8-10) jak i po symulowanym obrocie (tab. 11-13). O występowaniu podobnych zależności wspomina także Ben [4]. Natomiast trudno było doszukać się powtarzalnych zależności między tempem spadku kwasowości a stężeniem dwutlenku węgla w atmosferze

otaczającej owoce. W pierwszym roku badań istotnie wyższą kwasowością charakteryzowały się owoce przechowywane w atmosferze zawierającej 1, 5% CO₂. Z kolei w dwóch kolejnych sezonach nieco wyższą kwasowością odznaczały się jabłka przechowywane w atmosferze zawierającej 5% tego gazu. Podobną prawidłowość obserwowano także po 7 dniach symulowanego obrotu.

Poddawanie jabłek po zbiorze „szokowemu” działaniu 10% stężenia CO₂ na ogół nie ograniczało spadku kwasowości owoców przechowywanych w chłodni zwykłej. Jedyne w pierwszym roku badań, jabłka poddane działaniu CO₂ cechowała wyższa kwasowość po 4 miesiącach przechowywania. Reakcja owoców na pozbiornicze traktowanie CO₂ była niejednoznaczna również w warunkach KA. W tym przypadku istotnie wyższą kwasowość miareczkową jabłek poddanych krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO₂ stwierdzono tylko w ostatnim roku doświadczenia. Wówczas zależność tę udowodniono statystycznie w każdym terminie badań zarówno bezpośrednio po przechowywaniu jabłek jak i po okresie symulowanego obrotu, pod warunkiem, że owoce prze-

chowywano w KA zawierającej 1,5 lub 3% CO₂. Natomiast w przypadku utrzymywania CO₂ na poziomie 5%, uprzednie traktowanie jabłek wysokim stężeniem CO₂ albo nie miało istotnego wpływu albo wręcz sprzyjało większym spadkom kwasowości owoców. Traktowanie jabłek wysokim stężeniem CO₂ rozpatrywane w kolejnych latach badań na tle różnych stężeń tlenu w KA wykazywało sprzeczne tendencje. Należy podkreślić, że w sezonie przechowalniczym 2002/2003, niezależnie od poziomu tlenu w KA, kwasowość jabłek traktowanych 10% stężeniem CO₂ była niższa niż owoców nietraktowanych, co udowodniono statystycznie zwłaszcza po sześciu i ośmiu miesiącach przechowywania (tab. 9-10). Należy jednak zaznaczyć, że literatura na ten temat nie jest jednomyślna. Ben-Arie i in. [5] obserwowali zahamowanie spadku zawartości kwasów

organicznych w jabłkach 'Golden Delicious', gdy zawartość CO₂ wynosiła 5%. Z kolei reakcja owoców na pozbiórcze traktowanie CO₂ w stężeniu 10% była zmienna w kolejnych latach badań. Natomiast Drake i Elfving [8] podkreślają, że poddanie owoców po zbiorze „uderzeniowej” dawce CO₂ nie wpływa istotnie na zmiany zawartości kwasów organicznych. Mimo, że w literaturze można znaleźć wiele doniesień o korzystnym wpływie dwutlenku węgla na utrzymanie podstawowych wskaźników jakości jabłek, to wyniki zamieszczone w niniejszej pracy skłaniają do podkreślenia znaczenia niskiego stężenia tlenu w czasie przechowywania, który wydaje się odgrywać większą rolę w hamowaniu dojrzewania owoców niż CO₂.

Tabela 8. Kwasowość miareczkowa (% kwasu jabłkowego) po czterech miesiącach przechowywania zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002		2002/2003		2003/2004				
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂			
NA	0,26 a	↗*	0,30 a	0,22 a	ni	0,25 a	0,31 a	ni	0,37 a
KA ^z	0,35 b	↗**	0,39 b	0,32 b	ni	0,31 b	0,46 b	↗*	0,50 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	0,36 b	↗*	0,40 b	0,35 b	↘**	0,32 a	0,48 b	↗*	0,50 a
3% O ₂	0,34 a	↗**	0,37 a	0,30 a	ni	0,31 a	0,44 a	ni	0,49 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	0,38 b	↗*	0,40 b	0,32 a	ni	0,32 b	0,45 a	↗**	0,55 b
3% CO ₂	0,34 a	↗**	0,40 b	0,33 a	↘*	0,29 a	0,44 a	ni	0,50 a
5% CO ₂	0,34 a	ni	0,33 a	0,33 a	ni	0,32 b	0,48 b	ni	0,47 a

Objaśnienie: patrz tabela 2.

Tabela 9. Kwasowość miareczkowa (% kwasu jabłkowego) po sześciu miesiącach przechowywania zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002		2002/2003		2003/2004				
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂			
NA	0,23 a	↘**	0,18 a	0,15 a	ni	0,16 a	0,25 a	↘°	0,24 a
KA ^z	0,32 b	↘*	0,30 b	0,29 b	↘**	0,26 b	0,37 b	↗**	0,45 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	0,34 b	ni	0,32 b	0,29 a	↘**	0,26 a	0,39 b	↗*	0,46 b
3% O ₂	0,31 a	ni	0,28 a	0,29 a	↘*	0,26 a	0,36 a	↗°	0,42 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	0,35 c	↘*	0,31 b	0,28 a	↘°	0,26 a	0,38 ab	↗**	0,50 b
3% CO ₂	0,32 b	ni	0,33 b	0,28 a	↘*	0,25 a	0,34 a	↗**	0,47 b
5% CO ₂	0,29 a	↘*	0,27 a	0,30 a	↘*	0,26 a	0,40 b	↘**	0,4 a

Objaśnienie: patrz tabela 2.

Tabela 10. Kwasowość miareczkowa (% kwasu jabłkowego) po ośmiu miesiącach przechowywania zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002			2002/2003			2003/2004		
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂		+ CO ₂	bez CO ₂		+ CO ₂	bez CO ₂		+ CO ₂
NA	0,19 a	∇**	0,14 a	0,12 a	∇ ^o	0,11 a	0,17 a	∇*	0,13 a
KA ^z	0,30 b	ni	0,24 b	0,21 b	∇**	0,18 b	0,33 b	∇**	0,38 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	0,32 b	ni	0,25 b	0,22 b	∇**	0,18 a	0,35 b	∇**	0,40 b
3% O ₂	0,28 a	ni	0,22 a	0,19 a	∇ ^o	0,18 a	0,30 a	ni	0,36 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	0,35 b	ni	0,23 a	0,20 a	ni	0,20 b	0,30 a	∇**	0,39 b
3% CO ₂	0,28 a	ni	0,26 b	0,20 a	ni	0,18 b	0,35 b	∇*	0,39 b
5% CO ₂	0,26 a	ni	0,24 a	0,23 b	∇**	0,15 a	0,33 b	ni	0,35 a

Objaśnienie: patrz tabela 2.

Tabela 11. Kwasowość miareczkowa (% kwasu jabłkowego) po czterech miesiącach przechowywania oraz siedmiu dniach symulowanego obrotu zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002			2002/2003			2003/2004		
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂		+ CO ₂	bez CO ₂		+ CO ₂	bez CO ₂		+ CO ₂
NA	0,21 a	∇*	0,26 a	0,20 a	ni	0,20 a	0,22 a	∇*	0,18 a
KA ^z	0,30 b	ni	0,31 b	0,25 b	∇*	0,23 b	0,35 b	∇**	0,40 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1, 5% O ₂	0,32 b	ni	0,31 a	0,26 b	∇ ^o	0,24 a	0,37 b	∇**	0,43 b
3% O ₂	0,28 a	ni	0,30 a	0,24 a	ni	0,23 a	0,32 a	ni	0,38 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1, 5% CO ₂	0,33 b	ni	0,31 b	0,25 a	∇*	0,21 a	0,32 a	∇**	0,42 b
3% CO ₂	0,27 a	∇*	0,32 b	0,24 a	∇ ^o	0,23 a	0,37 b	∇*	0,41 b
5% CO ₂	0,29 ab	ni	0,28 a	0,26 a	ni	0,26 b	0,35 b	ni	0,38 a

Objaśnienie: patrz tabela 2.

Tabela 12. Kwasowość miareczkowa (% kwasu jabłkowego) po sześciu miesiącach przechowywania oraz siedmiu dniach symulowanego obrotu zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002			2002/2003			2003/2004		
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂		+ CO ₂	bez CO ₂		+ CO ₂	bez CO ₂		+ CO ₂
NA	0,10 a	∇*	0,12 a	0,13 a	ni	0,12 a	0,19 a	ni	0,17 a
KA ^z	0,23 b	∇**	0,20 b	0,23 b	∇**	0,19 b	0,32 b	∇*	0,35 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	0,25 b	ni	0,22 b	0,24 b	∇**	0,19 a	0,35 b	ni	0,39 b
3% O ₂	0,21 a	∇**	0,17 a	0,22 a	∇**	0,19 a	0,29 a	ni	0,32 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	0,26 b	ni	0,22 b	0,22 a	∇ ^o	0,20 b	0,33 b	∇**	0,39 b
3% CO ₂	0,21 a	∇*	0,19 a	0,22 a	∇*	0,19 b	0,29 a	∇ ^o	0,34 a
5% CO ₂	0,21 a	∇*	0,18 a	0,24 a	∇**	0,17 a	0,33 b	**	0,32 a

Objaśnienie: patrz tabela 2.

Tabela 13. Kwasowość miareczkowa (% kwasu jabłkowego) po ośmiu miesiącach przechowywania oraz siedmiu dniach symulowanego obrotu zależnie od sezonu i warunków ich przechowywania

	2001/2002		2002/2003		2003/2004				
	Wpływ poddania owoców krótkotrwałemu działaniu wysokiego stężenia CO ₂								
	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂	bez CO ₂	+ CO ₂			
NA	0,11 a	↘ ^o	0,09 a	0,12 a	↘ ^o	0,09 a	0,14 a	ni	0,14 a
KA ^z	0,19 b	↘ [*]	0,17 b	0,16 b	↘ ^{**}	0,13 b	0,24 b	↗ ^{**}	0,29 b
Wpływ stężenia tlenu; średnio dla różnych stężeń dwutlenku węgla									
1,5% O ₂	0,20 b	ni	0,18 b	0,18 b	↘ ^{**}	0,14 b	0,27 b	↗ ^{**}	0,31 b
3% O ₂	0,17 a	↘ ^o	0,16 a	0,15 a	↘ [*]	0,12 a	0,22 a	ni	0,26 a
Wpływ stężenia dwutlenku węgla; średnio dla różnych stężeń tlenu									
1,5% CO ₂	0,18 a	ni	0,17 a	0,14 a	ni	0,13 a	0,23 a	↗ [*]	0,29 a
3% CO ₂	0,20 b	↘ ^o	0,16 a	0,16 b	↘ [*]	0,13 a	0,24 a	↗ [*]	0,27 a
5% CO ₂	0,18 a	ni	0,17 a	0,17 b	↘ ^{**}	0,11 a	0,26 b	ni	0,29 a

Objaśnienie: patrz tabela 2.

WNIOSKI

1. Przechowywanie jabłek 'Šampion' w chłodni zwykłej należy zakończyć po około dwóch miesiącach. Dłuższe ich przechowywanie w takich warunkach wiąże się z ryzykiem nadmiernej utraty jędrności i kwasowości miąższu. Przebieg tych procesów metabolicznych jest znacznie wolniejszy w jabłkach przechowywanych w warunkach KA niż w chłodni zwykłej, lecz w dużym stopniu zależny także od warunków wegetacji.

2. W praktyce najkorzystniej jest przechowywać jabłka 'Šampion' w atmosferze zawierającej tlen w stężeniu 1,5%, niezależnie od stężenia CO₂. Owoce w takich warunkach można przechowywać przez sześć miesięcy, a ponadto charakteryzują się dobrą trwałością w czasie obrotu towarowego.

3. Przetrzymanywanie owoców po zbiorze w atmosferze o stężeniu CO₂ 10% przez 10 dni, a następnie umieszczenie ich w docelowych warunkach przechowywania może stymulować spadek jędrności i kwasowości jabłka 'Šampion', co obniża ich ocenę przez konsumentów.

LITERATURA

- [1] Akbudak B., Verlinden B.E. (ed.), Nicolai B.M. de Baerdemaeker J., Ozer M.H., Erturk U.: Physical and biochemical changes during controlled atmosphere (CA) storage of cv. Granny Smith, *Acta Hort.*, 2003, 599, 673-679.
- [2] Antunes M.D.C., Sfakiotakis E.M.: Ethylene biosynthesis and ripening behaviour of 'Hayward' kiwifruit subjected to some controlled atmospheres, *Postharv. Biol. Technol.*, 2002, 26, 167-179.
- [3] Argenta L., Xuetong F., Mattheis J.: Delaying establishment of controlled atmosphere or CO₂ exposure reduces 'Fuji' apple CO₂ injury without excessive fruit quality loss, *Postharv. Biol. Technol.*, 2000, 20, 221-229.
- [4] Ben J.M.: Effect of conditions and time of storage on some storing properties of 'Gala Must' apples, *Sodininkyste ir Darzininkyste*, 2002, 21 (3), 211-216.
- [5] Ben-Arie R., Levine A., Sonogo L., Zutkhi Y.: Differential effects of CO₂ at low and high O₂ on the storage quality of two apple cultivars, *Acta Hort.*, 1993, 326, 165-174.
- [6] Brackmann A., Saquet A.A.: Low ethylene and rapid CA storage of 'Gala' apples, *Acta Hort.*, 1999, 485, 79-83.
- [7] De Eil J.R., Khanizadeh S., Saad F., Feree D.C.: Factors affecting apple fruit firmness – a review, *J. Amer. Pomol. Soc.*, 2001, 55, 8-27.
- [8] Drake S.R., Elfving D.C.: Quality of 'Fuji' apples after regular and controlled atmosphere storage, *Fruit Var J.*, 1999, 53 (4), 193-198.
- [9] Escheverria G., Graell J., López M.L.: Effect of harvest date and storage conditions on quality and aroma production of 'Fuji' apples, *Food Sci. Technol. Internat.*, 2002, 8 (6), 351-360.
- [10] Graell J., Larrigaudiere C., Vendrell M.: Effect of low-oxygen atmospheres on quality and superficial scald of 'Top Red' apples, *Food Sci. Technol. Internat.*, 1997, 3, 203-211.
- [11] Konopacka D., Płocharski W.J.: Effect of picking maturity storage technology and shelf life on changes of apple firmness of 'Elstar', 'Jonagold' and 'Gloster' cultivars, *J. Fruit Ornament. Plant Res.*, 2002, 10, 15-26.
- [12] Płocharski W.J., Konopacka D.: The relation between mechanical and sensory parameters of apples and pears, *Acta Hort.*, 1999, 485, 309-317.
- [13] Skrzyński J.: Przechowywanie jabłek odmiany Šampion w chłodni w zróżnicowanych składach atmosfer, XXXIV Ogólnopolska Naukowa Konferencja Sadownicza (Skierniewice 28-30 VIII 1996), 233-235.

INFLUENCE OF STORAGE CONDITIONS ON THE QUALITY OF 'ŠAMPION' APPLES

Part I

FLESH FIRMNESS AND TITRATABLE ACIDITY

SUMMARY

The storage quality of 'Šampion' apples was tested in 3 successive storage seasons (2001/2002; 2002/2003; 2003/2004). Fruits were picked at the optimum harvest date and half of them was kept in a common cold storage for 10 days while the other half was treated with 10% CO₂. Then both groups of apples were divided into seven parts and each

part was placed either in common cold storage or controlled atmosphere (six combinations with oxygen concentration of 1.5 or 3% and carbon dioxide 1.5, 3 or 5%). The investigation included flesh firmness and titratable acidity. In the case of apples treated with a high CO₂ concentration no positive effect on most of the estimated traits was observed. The highest and quickest decrease of flesh firmness and titratable acidity was observed in common cold storage. Softening and titratable acidity decreased with the time of storage. It should be stressed that the highest firmness and titratable acidity were always observed in fruits stored under the ULO condition. A positive effect of the reduced O₂ concentration, as compared to NA was found during the 7 day simulated shelf life.

Key words: apples, storage, quality, flesh firmness, titratable acidity.



Enzymatyczny hydrolizat wieprzowych białek kolagenowych.

Suplement diety uzupełniający dietę w kolagen łagodzący dolegliwości zmian zwyrodnieniowych stawów.

Łatwo przyswajalny (w 95%) enzymatyczny hydrolizat białek kolagenowych:

- wspomaga utrzymanie właściwego stanu tkanki chrzęstno-stawowej (kolagen zwiększa gęstość kości),
- wspomaga proces odbudowy (regenerację) tkanki kostnej, łącznej (chrzęstno-stawowej), stawów i ścięgien oraz chroni stawy i więzadła przed uszkodzeniami i zwyrodnieniami,
- korzystnie wpływa na kondycję skóry, włosów i paznokci.

Preparat nie zawiera tłuszczu.

Bez dodatku cukru, zawiera naturalnie występujące cukry.

Preparat łatwo rozpuszczalny o naturalnym smaku i zapachu.

Składniki:

Enzymatyczny hydrolizat białek kolagenowych otrzymanych ze skór wieprzowych.

Zalecane spożycie:

10 g dziennie, spożywać przynajmniej przez okres 2-3 miesięcy.

PRZECIWWSKAZANIA:

Brak przeciwwskazań.

PRZEZNACZENIE:

- ▲ dla osób dorosłych:
 - = narażonych na znaczne obciążenia stawów (np. z nadwagą, sportowców osób wykonujących forsowną pracę),
 - = w stanach pourazowych, po zabiegach chirurgicznych, złamaniach, kontuzjach.
- ▲ dla osób po 60-tym roku życia.

DYSTRYBUTOR:

HORTI Sp. z o.o.
tel. 063 245 48 00 wew. 51
022 668 69 33

PRODUCENT:

Niemcy

Informacja żywieniowa	100 g	W zalecanej dziennej porcji (2 płaskie miarki=10 g proszku)
Wartość energetyczna	1687 kJ 404 kcal	168,7 kJ 40,4 kcal
Białko-hydrolizowane białka kolagenowe	92g	9,2 g
Tłuszcz	<0,1g	<0,01 g
Węglowodany	<1,0g	<0,1g