

WPŁYW MIKROKLIMATU PRZECHOWALNI NA JAKOŚCIOWE I ILOŚCIOWE WSKAŹNIKI I CECHY JABŁEK

Norbert Marks

Institut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Praca zawiera wyniki badań nad wpływem sposobu przechowywania jabłek (przechowalnia, komora chłodnicza, komora ULO) na wybrane wskaźniki jakościowe i ilościowe oraz cechy sensoryczne jabłek przechowywanych przez okres 7 m-cy. Stwierdzono istotny statystycznie wpływ długości okresu oraz sposobu (metody) przechowywania na oceniane cechy i wskaźniki jabłek.

Słowa kluczowe: mikroklimat, przechowywanie, cechy jabłek, przechowalnia

Wprowadzenie i cel pracy

Właściwa jakość i dostępność owoców przez cały rok uzależniona jest między innymi od sposobu i warunków ich przechowywania. Do długotrwałego przechowywania należy przeznaczyć tylko owoce najwyższej jakości (klasa Ekstra i I), spełniające wymagania norm jakościowych. Przechowywanie pozostałych klas owoców jest nieekonomiczne. W odniesieniu do jabłek do długotrwałego przechowywania powinno się przeznaczyć owoce odmian późnojesiennych i zimowych wysokiej jakości zebranych we właściwym terminie ich dojrzałości, bo będzie to rzutowało na przebieg procesów fizjologicznych w czasie przechowywania [Rutkowski 2004]. Należy pamiętać o tym, że nawet w optymalnych warunkach procesów tych nie da się zatrzymać, a jedynie je spowolnić i ograniczyć do niezbędnego minimum, warunkującego korzystny efekt ekonomiczny. Podstawowymi czynnikami stymulującymi przebieg procesów fizjologicznych w czasie przechowywania są: temperatura, zawartość tlenu i dwutlenku węgla oraz wilgotność powietrza w komorze przechowalniczej. Właściwy poziom i relacje tych czynników mają wpływ na kształtowanie się ilościowych i jakościowych cech, wskaźników i właściwości przechowywanych owoców [Nadulski 2009; Adamczyk i in. 2006; Błaszczuk 2006; Nadulski 2000; Łapczyńska-Kordon 2008].

Konsumenci preferują smakowitość, jędrność i soczystość jabłek, a w małym stopniu zwracają uwagę na ich kształt i wielkość [Stow 1995]. Cechy jakościowe to zarówno cechy organoleptyczne, takie jak: smak, zapach, wygląd, jędrność i ilościowe jak: zawartość cukru, kwasów, soku, masa (wielkość) pojedynczego jabłka i straty masy w okresie przechowywania, co sugeruje, że na jakość jabłek wpływ mają nie tylko cechy organoleptyczne, ale i inne.

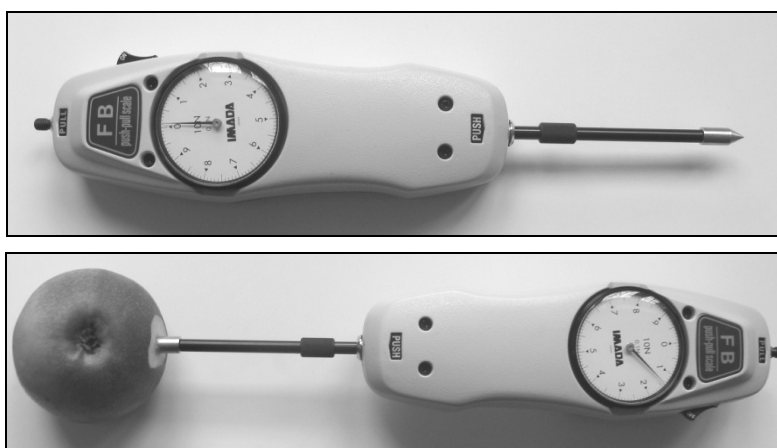
Celem pracy było określenie wpływu trzech sposobów przechowywania jabłek (przechowalnia z atmosferą naturalną, chłodnia i komora przechowalnicza ULO) na wybrane cechy i wskaźniki jakościowe i ilościowe jabłek, takie jak: smak, zapach, wygląd, jędrność, ilość soku z pojedynczego jabłka, zawartość cukru w soku, masa 6 sztuk jabłek o średnicy 7-7,5 cm oraz straty przechowalnicze podczas 7 miesięcznego okresu przechowywania (październik – kwiecień).

Materiał i metoda

Do badań przyjęto jesienną odmianę Elize osiągającą dojrzałość na przełomie września i października, którą można przechowywać w chłodni do marca, a w kontrolowanej atmosferze do maja (katalog odmian). Jabłka zebrano w I dekadzie października i umieszczono w przechowalni tradycyjnej o zmiennych (zależnych od warunków klimatycznych) warunkach mikroklimatu (temperatura 1-9°C, wilgotność względna 82%-89%), chłodni o temperaturze 1°C i wilgotności względnej 90% oraz w komorze z kontrolowaną atmosferą (ULO) o temperaturze 0°C, 1,8% zawartości tlenu i 2% zawartości dwutlenku węgla. Badania przeprowadzono w 1 dekadzie miesiąca: października, grudnia, stycznia, lutego, marca i kwietnia. Wielkość próby dla każdego sposobu przechowywania wyniosła 41 kg jabłek, które umieszczono w ażurowych skrzynkach. Badane cechy określono następująco:

Jędrność

Pomiar, wykonywany przy użyciu jędrnościomierza (penetrometru) firmy Imada o zakresie 0-13 N, polega na wbiciu w miąższ jabłka (po uprzednim zdjęciu skórki) trzpienia pomiarowego o kącie wierzchołkowym 55° na głębokość 8 mm zaznaczoną nacięciem i odczycie siły na tarczy zegarowej (rys. 1). Pomiarów dokonano na próbie 10 sztuk jabłek, a na każdym z nich wykonano 10 pomiarów. W sumie dla każdego okresu badań przeprowadzono 100 pomiarów jędrności przedstawionych w postaci średniej dla każdego okresu i każdego sposobu przechowywania.



Rys. 1. Wykonanie pomiaru jędrnościomierzem
Fig. 1. Penetrometer measurement

Cukier

Zawartość cukru w soku zmierzono przy pomocy refraktometru i podano w stopniach Brix'a (ilość cukru w 100 g soku) dla 10 prób z każdego sposobu i okresu przechowywania. Uzyskane wyniki uśredniano (rys. 2).



Rys. 2. Widok zastosowanego refraktometru
Fig. 2. The view of applied refractometer

Ilość soku

Do pomiaru pobierano po jednym jabłku o tej samej masie z każdego sposobu i okresu przechowywania. Jabłka rozcierano na tarce i odstawiono w pojemnikach na 5 godzin. Po upływie określonego czasu wyciskano sok, który zlewano do kalibrowanego naczynia i odczytywano jego ilość.

Masa i straty przechowalnicze

Do pomiaru masy wybierano po 6 sztuk jabłek o średnicy 7-7,5 cm, dla każdego sposobu i okresu przechowywania. Mierzono masę początkową i końcową w każdym okresie pomiarowym, co pozwoliło na wyliczenie procentowych strat masy jabłek podczas przechowywania. Dokładność pomiaru 0,1g.

Cechy organoleptyczne (smak, zapach, wygląd)

Ocenę cech organoleptycznych przeprowadziła grupa 30 osób wybrana spośród 100 osób chętnych do udziału w badaniach. Przyjęte cechy organoleptyczne oceniano w skali 1-10, gdzie 1 to ocena najgorsza, a 10 najlepsza. Uzyskane wyniki dla każdego sposobu i okresu przechowywania uśredniano. Osoby wyrażające chęć udziału w badaniach rekrutowano na podstawie ankiety i po selekcji wybrano grupę 30 osób spełniających następujące kryteria: wiek 18-45 lat, lubiące kwaśne jabłka, lubiące inny smak jabłek, lubiące twarde jabłka, równy podział pod względem płci, wieku i miejsca zamieszkania, brak przeciwwskazań do udziału w takich badaniach, zgoda zainteresowanego udziałem w badaniach. Podczas oceny osoby nie mogły się ze sobą komunikować.

Wyniki badań

Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tabeli 1, jako średnie uzyskane z pomiarów dla każdego okresu pomiarowego i każdego sposobu przechowywania. Warunki przechowywania były następujące: dla komory ULO stałe w ciągu całego okresu przechowywania wynoszące: 0°C, 1,8% O₂, 2,0% CO₂, dla chłodni: 1°C, 90% wilgotności względnej, a dla przechowalni zmienna temperatura i wilgotność względna wynoszące w I okresie przechowywania: 5°C i 87%, w II okresie: 1°C i 89%, w III okresie: 2°C i 85%, w IV okresie: 5°C i 82%, w V okresie: 9°C i 80%.

Tabela 1. Zbiorcze zestawienie wyników badań dla całego okresu przechowalniczego i sposobu przechowywania jabłek

Table 1. An overall list of results for the whole storing period as well as for the method of storing apples

Badane cechy	Sposób przechowywania	Okresy pomiarowe					
		I	II	III	IV	V	VI
Masa jabłek [kg]	Komora ULO	1,02	1,02	1,02	0,99	0,99	0,98
	Chłodnia	1,02	1,02	1,02	0,99	0,95	0,92
	Przechowalnia	1,02	1,02	0,95	0,93	0,90	0,84
Zawartość soku [ml]	Komora ULO	63	69	65	60	53	55
	Chłodnia	63	68	60	55	55	51
	Przechowalnia	63	55	35	40	40	37
Jędrność [N]	Komora ULO	11,7	9,61	9,59	7,85	7,80	7,45
	Chłodnia	11,7	9,18	9,37	7,67	7,50	7,14
	Przechowalnia	11,7	8,70	8,69	6,45	5,85	5,16
Zawartość cukru [°Briks'a]	Komora ULO	11,04	11,04	11,04	10,52	10,37	10,17
	Chłodnia	11,04	10,80	10,81	8,77	8,08	7,85
	Przechowalnia	11,04	8,97	8,96	8,64	6,75	5,55
Straty przechowalnicze [%]	Komora ULO	0	0	0	2,9	0	1,0
	Chłodnia	0	0	0	2,9	4,0	3,1
	Przechowalnia	0	0	6,8	2,1	3,2	6,6
Smak	Komora ULO	8,9	8,1	7,3	8,1	8,0	8,1
	Chłodnia	8,9	8,2	8,4	8,0	7,3	7,2
	Przechowalnia	8,9	8,6	7,9	4,6	5,3	4,3
Zapach	Komora ULO	8,8	7,9	6,6	8,0	8,3	8,0
	Chłodnia	8,8	7,5	7,4	7,3	7,8	7,2
	Przechowalnia	8,2	9,0	8,9	7,0	5,5	4,8
Wygląd	Komora ULO	6,9	6,1	7,2	6,9	6,4	6,2
	Chłodnia	6,9	6,2	7,1	7,1	6,1	6,1
	Przechowalnia	6,9	5,6	6,6	5,9	4,5	4,6

Źródło: obliczenia własne autora

Przeprowadzona analiza statystyczna przy pomocy jednowymiarowego testu istotności studenta we wszystkich badanych przypadkach (czynnikach doświadczenia) wykazała istotne różnicowanie wyników dla okresu przechowywania jabłek na poziomie 0,01 (uzy-

skana wartość testu istotności różnic w okresie pomiarowym wyniosła dla wszystkich przypadków 0,00). Aby ustalić, czy w przyjętych sposobach przechowywania występują istotne różnice dla średnich badanych zmiennych (czynników) przeprowadzono test Dun-cana. Uzyskane wyniki testu wskazują, że dla wszystkich badanych zmiennych wystąpiły dwie grupy homogeniczne różniące się w sposób istotny między sobą. Jedna z nich zawiera wyniki dla komory ULO i chłodni, czyli sposobów przechowywania z modyfikowanym mikroklimatem, a druga dla przechowalni z mikroklimatem, zależnym od zewnętrznych warunków atmosferycznych.

Tabela 2. Spadek wartości badanych czynników w ciągu okresu przechowywania jabłek [%]
Table 2. A decrease in the value of the researched factors during the apples storage period [%]

Lp.	Badany czynnik	Sposób przechowywania		
		Komora ULO	Chłodnia	Przechowalnia
1.	Straty przechowalnicze	3,9	10,0	18,7
2.	Zawartość soku	12,7	19,1	41,3
3.	Jędrność	36,4	39,0	55,9
4.	Zawartość cukru	7,9	28,9	49,8
5.	Zmiana smaku	9,0	19,2	51,7
6.	Zmiana wyglądu	10,2	11,6	33,3
7.	Zmiana zapachu	2,5	12,2	41,5

Źródło: obliczenia własne autora

Analiza statystyczna wskazuje wyraźnie, że na masę jabłek, zawartość soku, jędrność, zawartość cukru, wygląd, smak, zapach i straty przechowalnicze, istotny wpływ wywiera długość okresu przechowywania, wynosząca w badaniach 7 miesięcy oraz, że pomiędzy przechowywaniem jabłek w komorze ULO i chłodni nie ma istotnych statystycznie różnic, chociaż w wartościach bezwzględnych one występują oraz to, że istotnie gorsze wyniki uzyskano dla przechowalni. Oceniając ogólnie wpływ sposobu przechowywania na kształtowanie się wartości badanych zmiennych dla całego okresu przechowywania (wartości początkowe i końcowe), stwierdzono, że najkorzystniej przedstawiają się one dla przechowywania jabłek w komorze ULO, a w dalszej kolejności w chłodni, a najgorzej w przechowalni z atmosferą naturalną. Procentowy spadek wartości badanych zmiennych przedstawiono w tabeli 2. Również wyniki przedstawione w tej tabeli pokazują wyraźnie, że sposób przechowywania w komorze ULO daje najkorzystniejsze wyniki, a w dalszej kolejności przechowywanie w chłodni i w przechowalni. W badanym okresie przechowywania straty wyniosły 3,9% dla komory ULO, 10,0% dla chłodni i 18,7% dla przechowalni i nie różniły się od danych ujmowanych w literaturze [Cegłowski 1971], a zatem w porównaniu do komory ULO, straty przechowalnicze w chłodni były ok. 2,5, a w przechowalni ok. 4,8 razy wyższe. Spadek jędrności wyniósł 36,4% dla komory ULO, 39,0% dla chłodni i 55,9% dla przechowalni. Wystąpił więc spadek jędrności podczas przechowywania porównywalny dla komory ULO i chłodni oraz bardzo wysoki dla przechowalni [Błaszczuk 2006]. Zawartość soku spadła o 12,7% dla komory ULO, o 19,1% dla chłodni i o 41,3%, a więc ponad trzykrotnie, dla przechowalni. Spadek zawartości cukru w jabłkach przechowywanych w chłodni był 3,6 razy wyższy oraz 6,3 razy wyższy w przechowalni w porów-

naniu z komorą ULO. Jakość sensoryczna (smak, zapach, wygląd) również uległa pogorszeniu [Adamczyk i in. 2006], ale w najmniejszym procencie dla komory ULO, w dalszej kolejności dla chłodni, a najbardziej dla przechowalni. Przedstawione dane potwierdzają to, co już podano wyżej po analizie statystycznej oraz to, że niezależnie od sposobu przechowywania następuje pogorszenie wskaźników ilościowych i jakościowych oraz cech sensorycznych przechowywanych jabłek.

Wnioski

1. Sposób przechowywania wywiera istotny wpływ na ilościowe, jakościowe i sensoryczne cechy jabłek.
2. Długość okresu przechowywania ma istotny wpływ na obniżenie wartości wszystkich badanych cech jabłek.
3. Badania ilościowych, jakościowych i sensorycznych wskaźników i cech jabłek podczas długotrwałego przechowywania wykazały, że najmniejszy spadek ich wartości nastąpił przy przechowywaniu w komorze ULO, wyższy w chłodni, a najwyższy w przechowalni.

Bibliografia

- Adamczyk M., Rembalkowska E., Wasiak-Zys G.** 2006. Porównanie jakości sensorycznej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej oraz po przechowywaniu. *Żywność, Nauka, Technologia. Jakość*. Nr 2 (47). s. 11-19.
- Błaszczak J.** 2006. Wpływ terminu zbioru na właściwości przechowalnicze jabłek odmiany Topaz. *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa*. Tom 14. s. 87-93.
- Ceglowski S.M.** 1971. Chłodnie czy przechowalnie w dużych gospodarstwach sadowniczych. *Co nowego w sadownictwie*. Nr 3. s.1
- Łapczyńska Kordon B.** 2008. Wpływ sposobów i czasu przechowywania na wybrane właściwości fizyczne jabłek. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 2(100). Kraków. s. 179-185.
- Nadułski R.** 2000. Wpływ czasu przechowywania jabłek w podwyższonej temperaturze na ich właściwości wytrzymałościowe. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 5(16). Kraków. s. 171-176.
- Nadułski R.** 2009. Wpływ czasu i warunków przechowywania jabłek na ich wybrane właściwości mechaniczne. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 2(111). Kraków. s. 107-116.
- Rutkowski K.** 2004. Warunki przechowywania owoców. *Hasło Ogrodnicze*. Nr 10. ISSN 0137-6705.
- Rybczyński R.** 2007. Jędrność jabłek w warunkach obrotu handlowego. *Acta Agrophysica*. Nr 10(2). Lublin. s. 437-443.
- Stow J.** 1995. Quality measurements of Apple. *Postharvest News and Infor*. 6. 32N-33N.

THE INFLUENCE OF STOREHOUSE MICROCLIMATE ON THE QUALITATIVE AND QUANTITATIVE INDICATORS AS WELL AS ON CERTAIN FEATURES OF APPLES

Abstract. The paper includes research findings on the influence of apples storing method (storage, cooling chamber, ULO chamber) on particular qualitative and quantitative properties and sensory features of apples stored for 7 months. Statistically significant influence of the duration and storing method on the estimated features and quality indexes of apples were determined.

Key words: microclimate, storage, features of apples, store

Adres do korespondencji:

Norbert Marks: e-mail: norbert.marks@ur.krakow.pl
Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116 B
30-149 Kraków