

## KWARANTANNA TERMICZNA PRZECHOWYWANYCH JABŁEK I JEJ WPŁYW NA ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH MIĄSZU OWOCÓW

*Tomasz Guz, Zbigniew Kobus, Rafał Nadulski*

*Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**Streszczenie.** W przedstawionej pracy wykonano próbę zastosowania zabiegu termicznego dla jabłek odmiany Gloster oraz Jonagold przechowywanych w chłodni zwykłej jak i komorze ULO (1,5%O<sub>2</sub> + 2,4%CO<sub>2</sub>). Analizowano wpływ takich czynników jak czas składowania, zmiana warunków przechowywania oraz obróbki termicznej (kwarantanny) na zachowanie właściwości sprężystych miąższu jabłek, które są ważnym czynnikiem wpływającym na utrzymanie wysokiej jakości owoców podczas składowania oraz obrotu towarowego. Owoce podczas składowania pobierano sukcesywnie z obu komór (co 30 dni) a następnie ogrzewano przez 96h w temperaturze 39°C. Surowiec składowano po tym zabiegu przez 17 dni w temp. 6°C. Efekt kwarantanny porównywano z próbą kontrolną. Z miąższu owoców pobierano próbki walcowe (d=13mm, h=10mm), które poddawano testom ściskania. Kwarantanna przeprowadzona w tych warunkach powodowała utrzymanie wyższej sprężystości oraz spoistości próbek miąższu owoców świeżych oraz przechowywanych w komorze ULO. Ogrzewanie surowca znajdującego się w stanie bardziej zaawansowanej dojrzałości (pobieranego z chłodni zwykłej) powodowało spadek sprężystości miąższu owoców odmiany Gloster lub brak istotnych różnic w porównaniu z próbą kontrolną (odmiana Jonagold).

**Słowa kluczowe:** jabłka, przechowywanie, kwarantanna termiczna, właściwości mechaniczne

### Wprowadzenie

W Polsce zbiory jabłek wynoszą ok 2–2,5 mln. ton, z czego ok. 500 tys. ton to cenione odmiany deserowe, które są przechowywane przez kilka miesięcy [Klimek 2001]. Proces składowania owoców jest złożony i końcowy efekt przechowalniczy w odniesieniu do jakości owoców jest uzależniony od wielu czynników. Pierwsza grupa czynników wpływających na przebieg przechowywania zależy od początkowych cech surowca, związanych z jego cechami odmianowymi, warunkami agrotechnicznymi w czasie dojrzewania, stopniem dojrzałości w czasie zbioru itp.

Druga grupa czynników związana jest z warunkami przechowywania surowca: czasem składowania, temperaturą w komorze, wilgotnością, stężeniem O<sub>2</sub>, stężeniem CO<sub>2</sub> oraz stężeniem etylenu [Saltveit 2003]. Przechowywanie różnych odmian jabłek w tych samych warunkach może dać różne rezultaty [Lange 1995, Tomala 2002]. Przebieg procesu przechowywania jabłek jest też ściśle związany z dokładnym sposobem określenia jego dojrzałości zbiorczej [Lange 1995, Tomala 1995, Tomala 2002], stosowaniem oprysków powierzchni owoców ( np. aminoetoksyglicyną (AVG)) po zbiorze [Johnson 2003], opryski roztworem CaCl<sub>2</sub> przed zbiorem [Tomala 2002] Efekt poprawy jędrności można również osiągnąć poprzez moczenie owoców w roztworach 0,6-4% CaCl<sub>2</sub> [Valle 1998, Lurie 1996]. Infiltracja chlorkiem wapniowym może być połączona z zabiegiem kwarantanny [Whitaker 1997].

Obróbka termiczna (kwarantanna) świeżych owoców i warzyw była stosowana już w latach 30-tych XX w. [Hallman 2000] w celu zwalczania szkodników (grzybów, pleśni) w świeżych surowcach rolniczych. Pozbiorowe ogrzewanie jest stosowane dla odkażania i dezynfekcji coraz liczniejszej grupy surowców, włączając kwiaty, owoce i warzywa [Lurie 1998]. Wśród badaczy zajmujących się tymi zagadnieniami panuje zgodność, że obróbka termiczna prowadzona w temperaturach powyżej 35°C sprzyja opóźnieniu dojrzewania różnych gatunków owoców [Lurie 1995]. Korzyści wynikające ze stosowania kwarantanny nie kończą się na zniszczeniu owadów, ograniczeniu mięknięcia czy wstrzymania produkcji etylenu. Obróbka ta może przyczynić się do poprawy jędrności przechowywanych owoców, co ma ogromne znaczenie podczas transportu i w obrocie towarowym. Ogrzewanie dużych ilości surowca w krótkim czasie (warunki podczas zbioru) i w odpowiednim tempie jest utrudnione, zważywszy, że stosowanie ciepłego powietrza wydłuży czas operacji ze względu na jego niską pojemność cieplną. Interesujące, z technologicznego punktu widzenia, jest prowadzenie kwarantanny mniejszych partii przechowywanego już surowca i ocena efektów tego zabiegu w odniesieniu do jego wybranych cech fizycznych, zanim trafi on do obrotu.

## **Cel i zakres pracy**

Celem pracy była weryfikacja oddziaływania kwarantanny termicznej przeprowadzonej w przechowywanych owocach jabłoni na zachowanie cech mechanicznych ich miąższu. W badaniach użyto dwóch odmian jabłek przechowywanych w chłodni oraz komorze ULO.

## **Metodyka badań**

Zbiór owoców jabłoni odmian Gloster oraz Jonagold użytych w badaniach przeprowadzono w dniach 27.09-1.10 2010 roku. Termin zbioru wyznaczono na podstawie analizy wyników testu skrobiowego. Owoce pochodziły z pierwszej partii (pierwszy termin zbioru), przeznaczonej do długotrwałego przechowywania.

Bezpośrednio po zbiorze były one umieszczane w komorach chłodniczych, znajdujących się na terenie sadu. Część z nich (ok. 50%) składowano w chłodni zwykłej, natomiast pozostałe owoce przeznaczono do składowania w warunkach kontrolowanej atmosfery

(ULO). Po szczelnym zamknięciu komory wypełniano ją azotem z generatora tak, by poziom tlenu obniżyć do 5–6%. Warunki ULO, czyli stężenie O<sub>2</sub> poniżej 2% ustaliły się przez oddychanie owoców. Poziom O<sub>2</sub> wynosił 1,4–1,5% w początkowym okresie składowania oraz 1,6–1,7% w końcowym etapie składowania. Stężenie CO<sub>2</sub> było ustalone na poziomie 2,2–2,4%. Temperatura składowania w obu komorach wynosiła 1,5–2°C. Założono, że czas przechowywania owoców zarówno w chłodni zwykłej, jak i ULO wyniesie 150 dni. Pierwszy etap eksperymentu przeprowadzono na jabłkach świeżych, pozostałe – na jabłkach pobieranych z obu komór przechowalni. Owoce z chłodni zwykłej pobierano w odstępach 30-dniowych, licząc od dnia umieszczenia ich w chłodni. Surowiec z komory ULO pobierano również co 30 dni, licząc od dnia ustalenia się w tej komorze warunków ULO.

Owoce pobrane z przechowalni dzielono na 2 części:

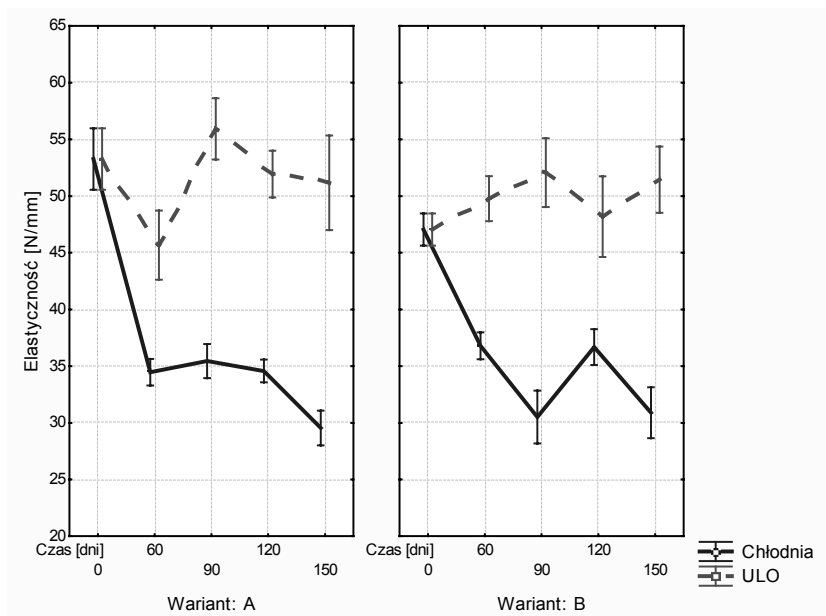
- surowiec przeznaczony do przechowania w 6°C bez kwarantanny termicznej (wariant A),
- surowiec przeznaczony do przechowania w 6°C po kwarantannie termicznej (wariant B).

Owoce po wyjęciu z komór przechowalni umieszczano na 96 h w komorach ogrzanych wcześniej do temperatury 39°C. Temperatura kontrolowana była zarówno wewnątrz komory jak i w miąższu ogrzewanych jabłek. Jabłka z tych pięciu grup były przed wykonaniem pomiarów ogrzewane przez 24 h w temperaturze 20°C. Z części środkowej jabłka wycinano plaster o grubości ok. 15 mm, tak, by płaszczyzny cięcia były prostopadłe do osi owocu, następnie za pomocą noża rurkowego o średnicy  $\phi=13$  mm wycinano próbki walcowe o wysokości  $h=10$  mm. Próbki miąższu poddawane były ścisaniu za pomocą aparatu Instron 4302 z wykorzystaniem oprogramowania Instron series IX. Ścisanie prowadzono zawsze ze stałą prędkością wynoszącą 50 mm/min. Współczynnik deformacji próbek wynosił 50%. W czasie ścisania rejestrowano następujące parametry: elastyczność E oraz pracę deformacji W.

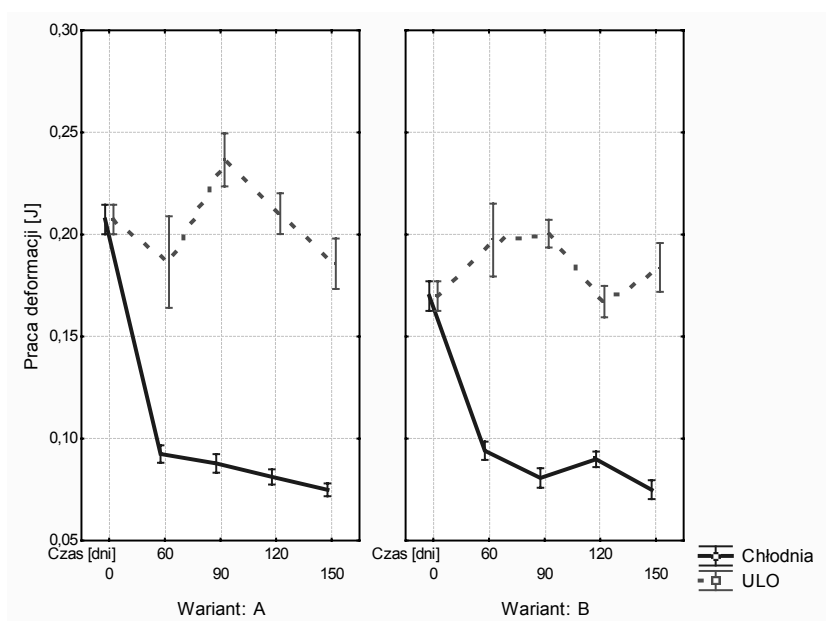
## Wyniki badań

Przykładowe przebiegi zmian badanych cech przedstawiono na rysunkach 1-4 (elastyczność E oraz pracę W). Wyniki analizy statystycznej (wartości średnie oraz przedział ufności 95%) przedstawiono w tabeli 1.

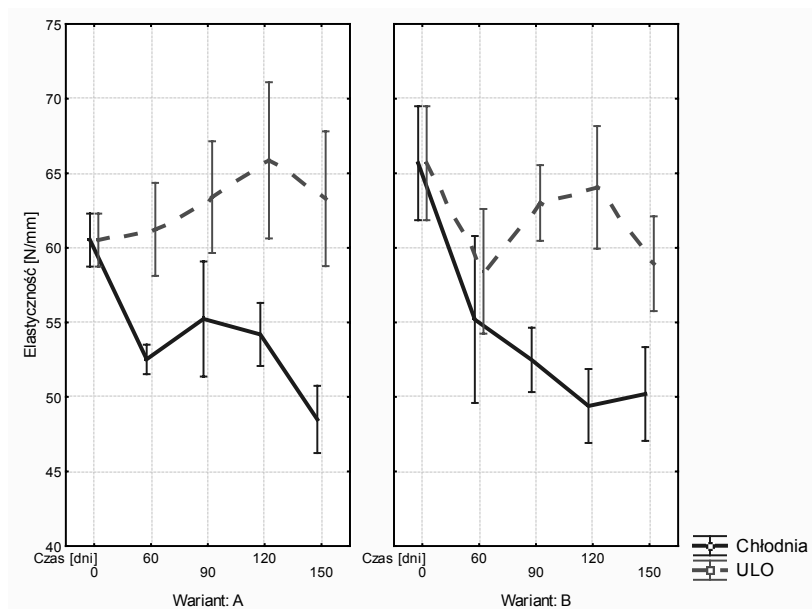
W celu wyboru odpowiedniej procedury testowej do zweryfikowania hipotezy o wpływie kwarantanny termicznej na średnią badanych cech (E i W) sprawdzono najpierw zgodność rozkładu wartości w próbach z rozkładem normalnym. W tym celu zastosowano test Shapiro-Wilka. Na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  stwierdzono niezgodność rozkładu cechy E z rozkładem normalnym w przypadku Gloster/ULO/3 mies./war B, Gloster/ULO/5 mies./war A, Jonagold/Zw/3 mies./war.A, Jonagold/ULO/4 mies./war.A. W tych przypadkach, aby zapewnić normalność rozkładu badanych cech E i W dalsze analizy przeprowadzono na średnich – każda średnia została obliczona z 3 losowo wybranych obserwacji. W celu weryfikacji hipotez o równości średnich odpowiednich par populacji zastosowano test *t*-Studenta w przypadku równych wariancji, oraz test Welcha w przypadku różnych wariancji (równość wariancji sprawdzono uprzednio testem *F*). Wartości odpowiednich statystyk testowych zebrano w tabeli 1.



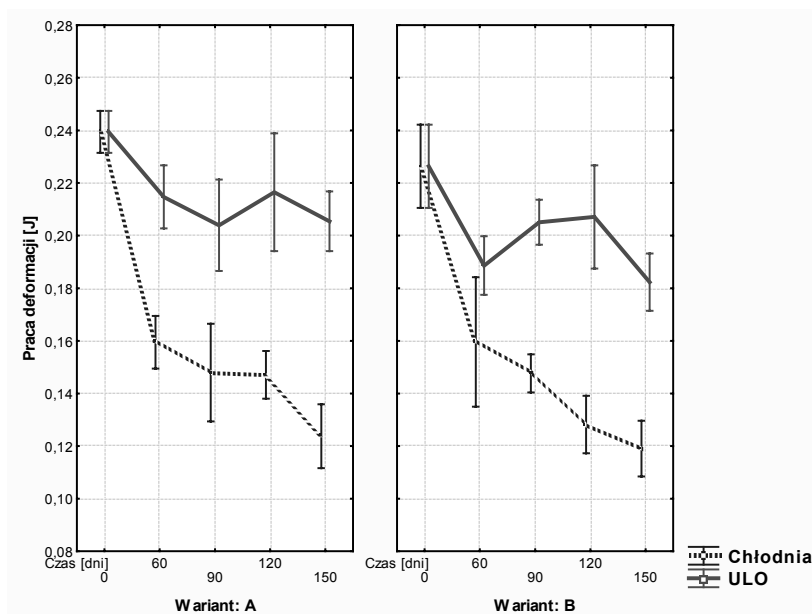
Rys. 1. Przebieg zmian elastyczności podczas przechowywania owoców Jonagold  
 Fig. 1. The course of changes in elasticity during storing Jonagold fruit



Rys. 2. Przebieg zmian prac deformacji podczas przechowywania owoców Jonagold  
 Fig. 2. The course of changes in deformation work during storing Jonagold fruit



Rys. 3. Przebieg zmian elastyczności podczas przechowywania owoców Gloster  
 Fig. 3. The course of changes in elasticity during storing Gloster fruit



Rys. 4. Przebieg zmian pracy deformacji podczas przechowywania owoców Gloster  
 Fig. 4. The course of changes in deformation work during storing Gloster fruit

Tabela 1. Wartości statystyki testowej *t*-Studenta lub Welcha.  
Table 1. Values of *t*-Student or Welch test statistics.

Badana cecha	Odmiana	Sposób przechowywania	Badane populacje	Czas składowania [dni]			
				60	90	120	150
E	Gloster	Chłodnia zwykła	A - B	-0,406	3,511 *	-0,565	4,310 *
		Chłodnia ULO	A - B	-1,192	-5,792 *	-0,418	-2,438 *
	Jonagold	Chłodnia zwykła	A - B	1,775	-1,549	0,178	0,371
		Chłodnia ULO	A - B	-5,672 *	-2,339 *	-5,084 *	-4,059 *
W	Gloster	Chłodnia zwykła	A - B	0,890	5,011 *	1,480	3,369 *
		Chłodnia ULO	A - B	0,923	-4,682 *	2,088	-2,302 *
	Jonagold	Chłodnia zwykła	A - B	5,532 *	1,157	1,894	1,745
		Chłodnia ULO	A - B	-1,696	-1,815	-5,697	-1,501

\*- istotność na poziomie  $\alpha = 0,05$ .

## Wnioski

1. Przedstawione wyniki analizy wpływu kwarantanny termicznej na wybrane właściwości mechaniczne dwóch odmian jabłek wykazują, że może być ona stosowana dla surowca znajdującego się w różnej fazie dojrzałości przechowalniczej. Efekt kwarantanny był (w odniesieniu do zachowania cech wytrzymałościowych) trwały w surowcu składowanym przez 120–150 dni w warunkach ULO, które zmniejszają tempo jego dojrzewania.
2. Czas składowania niekorzystnie wpływa na zachowanie wysokich wartości cech wytrzymałościowych w chłodni zwykłej. Już po 60 dniach przechowywania zaobserwowano istotne zmniejszenie się elastyczności oraz pracy deformacji miąższu. Związane jest to z szybszym tempem oddychania surowca w tych warunkach.
3. Kwarantanna termiczna może być stosowana na surowcu przechowywanym tylko w warunkach ULO bez istotnego pogorszenia cech wytrzymałościowych, co jest ważne z punktu widzenia obrotu i transportu surowca.

## Bibliografia

- Hallman G.J.** (2000): Factors affecting quarantine heat treatment efficacy. *Postharvest Biology and Technology*, 21, 95-101.
- Johnson D.S., Colgan R.J.** (2003): Low ethylene controlled atmosphere induces adverse effects on the quality of 'Cox's Orange Pippin' apples treated with aminoethoxyvinylglycine during fruit development. *Postharvest Biology and Technology*, 27, 59-68.
- Klimek G.** (2001): Konkurencja czy komplementarność? - analiza rynku jabłek w Polsce. *Hasło Ogrodnicze*, 1, 24-27.
- Lange E.** (1995): Co wpływa na przechowywanie owoców w KA? IV Spotkanie Sadownicze Sandomierz. Wydawnictwo Agrosan. ISBN 83-86761-20-2
- Lurie S., Othman S., Borochoy A.** (1995): Effects of heat treatment on plasma membrane of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 5, 29-38.

- Lurie S., Fallik E., Klein J.D.** (1996): The effect of heat treatment on apple epicuticular wax and calcium uptake. *Postharvest Biology and Technology*, N°8, 271-277.
- Lurie S.** (1998): Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology* N°14, 257-269.
- Saltveit M.E.** (2003): Is it possible to find an optimal controlled atmosphere? *Postharvest Biology and Technology*, 27, 3-13.
- Tomala K.** (1995): Prognozowanie zdolności przechowalniczej i określenie terminu zbioru jabłek. Fundacja Rozwój SGGW, ISBN 83-86241-764.
- Tomala K.** (2002): Przygotować jabłka do przechowania. *Hasło Ogrodnicze*, 9, 32-36.
- Valle J.M., Aránguiz V., León H.** (1998): Effect of blanching and calcium infiltration on PPO activity, texture, microstructure and kinetics of osmotic dehydration of apple tissue. *Food Research International*, Vol 31, 8, 557-569.
- Whitaker B.D., Conway W.S., Sams C.E.** (1997): Influence of prestorage heat and calcium treatments on lipid metabolism in 'Golden Delicious' apples. *Phytochemistry*, 45, 3, 465-472 .

## **THERMAL QUARANTINE OF STORED APPLES AND ITS INFLUENCE ON CHANGES IN MECHANICAL PROPERTIES OF FRUIT FLESH**

**Abstract.** The study presents a test of using a thermal treatment for Gloster and Jonagold apples stored in a regular cool store and in the ULO chamber (1.5%O<sub>2</sub> + 2.4%CO<sub>2</sub>). The influence of the following factors were analysed: time of storing, change of storing conditions and thermal processing (quarantine) on maintaining resilient properties of apple flesh, which are significant factors influencing the maintenance of high quality of fruit during storing and during the goods turnover. Fruit were successively taken from both chambers during storing (every 30 days) and then they were heated for 96 hours in the temperature of 39°C. The raw material was stored after the treatment for 17 days in the temperature of 6°C. The effect of quarantine was compared to a control sample. Cylinder samples (d=13mm, h=10mm) were collected from the fruit flesh, which were later subject to compression tests. Quarantine carried out in these conditions resulted in maintaining higher elasticity and cohesion of the fresh fruit flesh samples and those stored in the ULO chamber. Heating the raw material, which is considerably riper (collected from the regular cooling room,) caused decrease of elasticity of flesh of Gloster apples or no significant differences in comparison to the control sample (Jonagold variety).

**Key words:** apples, storing, thermal quarantine, mechanical properties

**Adres do korespondencji:**

Tomasz Guz; e-mail: tomek.guz@up.lublin.pl  
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Doświadczalna 44  
20-236 Lublin