

## DOŚWIADCZALNA CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI TEKSTURALNYCH WYBRANYCH ODMIAN GRUSZEK

*Rafał Nadulski, Katarzyna Wróblewska-Barwińska, Karolina Strzałkowska  
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**Streszczenie.** Zasadniczym celem pracy było określenie zakresu zmienności właściwości teksturalnych wybranych odmian gruszek. Badania wykonywano bezpośrednio po zbiorze a następnie po przechowywaniu owoców w warunkach chłodniczych ( $t=0,5^{\circ}\text{C}$ ) przez trzy miesiące. Badania właściwości teksturalnych owoców gruszy prowadzono przy pomocy testów przebijania skórki i penetrometrycznego miąższu oraz testu podwójnego ściskania próbek miąższu (TPA). Badania wykazały, że największą po zbiorze wytrzymałością skórki na przebijania i jędrnością miąższu charakteryzują się odmiany Konferencja i Xenia. Po trzymiesięcznym przechowywaniu wytrzymałość skórki i jędrność miąższu wszystkich odmian wyraźnie obniżyła się. Największą dynamikę zmian analizowanych wielkości zaobserwowano dla odmiany Hortensja a najmniejszą dla odmiany Konferencja.

**Słowa kluczowe:** jędrność, miąższ, wytrzymałość skórki, gruszki, przechowywanie

### Wprowadzenie

Produkcja gruszek w Polsce kształtuje się na poziomie ok. 60 tys. ton rocznie. Obecnie w Polsce obserwuje się przewagę importu nad eksportem gruszek. Rosnące wymagania konsumentów oraz duża konkurencja zmuszają sadowników do rozszerzania i dostosowania oferty owoców w tym gruszek do potrzeb rynku. Wśród gruszek najbardziej popularne odmiany to Konferencja i Lukaszówka. Owoce dostarczane konsumentom powinny charakteryzować się atrakcyjnym wyglądem, odpowiednią wielkością, smakiem, soczystością, jędrnością oraz dobrą zdolnością przechowalniczą i trwałością w czasie obrotu handlowego. Standard jakości handlowej dla jabłek i gruszek zawarty w przepisach unijnych określający jakość owoców odmian uprawowych do konsumpcji w stanie świeżym koncentruje się na wyglądzie zewnętrznym owoców pomijając istotną cechę, jaką jest ich jędrność [Rozporządzenia Komisji (WE) nr 1619/2001 i nr 46/2003]. W Szwajcarii jako wymóg wprowadzono ocenę jędrności jabłek w dostawach do supermarketów [Hoehn i in. 2003]. Tekstura, soczystość, smak, świeżość i typowy dla odmiany aromat to ważne cechy dojrzałości konsumpcyjnej gruszek [Eccher Zerbini 2002]. Podatność owoców na długotrwałe

przechowywanie jest uwarunkowana wieloma czynnikami a w szczególności czynnikami klimatycznymi (temperatura, opady, usłonecznienie), właściwościami drzewa, sposobem nawożenia i systemem uprawy, stosowanymi zabiegami agrotechnicznymi, terminem zbioru. W przechowywaniu świeżych owoców i warzyw zasadniczą rolę odgrywają warunki przechowywania, wśród których najważniejsze są temperatura i wilgotność względna powietrza, skład atmosfery, jej cyrkulacja i wymiana, zabiegi przygotowawcze przed i w trakcie przechowywania [Nabiałek i Ben 1999; Paull 1999; Skrzyński 1999; Pawłowicz 2001; Wawrzyńczak i in. 2006; Nadulski 2009].

Jak wynika z badań temperatura przechowywania jest jednym z podstawowych czynników decydujących o trwałości owoców [Johnston i in. 2001]. Obniżenie temperatury powoduje spowolnienie procesów metabolicznych i tym samym powoduje opóźnienie dojrzewania i starzenia owoców. Gruszki w porównaniu do jabłek posiadają niższą zdolność przechowalniczą a przy tym są wrażliwe na nieodpowiednie warunki przechowywania [Wawrzyńczak i in. 2008]. Optymalna temperatura przechowywania dla gruszek wynosi od  $-1^{\circ}\text{C}$  do  $0^{\circ}\text{C}$  [Richardson i Kupferman 1997]. Według Wawrzyńczak i in. [2008] zaleca się przechowywać gruszki w temperaturze  $-0,5^{\circ}\text{C}$  a różnica temperatur wynosząca zaledwie  $3^{\circ}\text{C}$  w istotny sposób wpływa na ich jakość. W trakcie przechowywania i dojrzewania szczególnie dużym zmianom ulega jędrność owoców [Bower i in. 2003; Ma i Chen 2003; Nadulski 2007]. Jędrność miąższu jest cechą w największym stopniu zależną od temperatury przechowywania. W badaniach jędrności powszechnie jest używany aparat Magnes-Taylor'a w którym stosuje się penetrometr walcowy o średnicy 5/16 cala (7,9 mm) dla gruszek lub 7/16 cala (11,1 mm) dla jabłek z końcówką w kształcie wycinka kuli (czaszy). Stosowanie metody Magnes-Taylor'a zaleca Grupa Ekspertów Unii Europejskiej [1985]. Badania wskazują na znaczną zmienność właściwości teksturalnych owoców, co związana jest z ich cechami lepkosprężystymi. Jakubczyk i Lewicki [2003] tkankę miąższu jabłka opisali przy pomocy pięcioelementowego modelu reologicznego w skład którego wchodzi 2 elementy Maxwella połączone równolegle ze sprężyną. Natomiast Wang i in. [2003] przedstawili tkankę miąższu gruszki w postaci trzelementowego modelu Maxwella. Z analiz rynkowych wynika, że konsumenci gruszki dużą wagę przywiązują do jędrności miąższu. Badania ankietowe wskazują, że 49% konsumentów chciałoby kupować gruszki miękkie, 24% – kruche i 27% – twarde [www.sadinfo.pl]. Gruszki dostarczane do polskich sklepów po wyjęciu z przechowalni są zwykle zbyt twarde i nabywcy zniechęcają się do ponownych zakupów. Wskazuje to na konieczność monitorowania jędrności gruszek przed dostawą do sklepów a także opracowania metod wstępnego dojrzewania przed dystrybucją w sieci sprzedaży detalicznej.

Celem pracy było wyznaczenie wybranych właściwości teksturalnych badanych odmian gruszek i określenie zakresów zmienności podczas długotrwałego chłodniczego przechowywania owoców. Porównano właściwości teksturalne wybranych odmian gruszek po zbiorze i po trzymiesięcznym przechowywaniu w warunkach chłodniczych.

## Metodyka badań

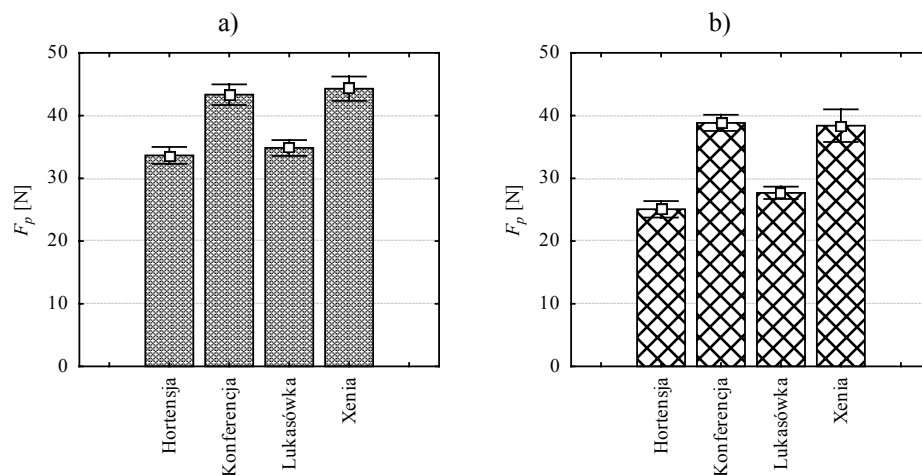
Badaniami objęto owoce czterech odmian gruszy: Hortensja, Konferencja, Lukaszówka i Xenia ze zbiorów z lat 2009/2010. Gruszki pochodziły ze specjalistycznych gospodarstw

sadowniczych należących do grupy producentów „Stryjno Sad”. Badania wykonywano bezpośrednio po zbiorze a następnie po przechowywaniu w warunkach chłodniczych ( $t=0,5^{\circ}\text{C}$ ) przez trzy miesiące. Owoce po wyjęciu z chłodni przetrzymywano w pomieszczeniu laboratoryjnym do osiągnięcia równowagi z warunkami otoczenia. Badania właściwości teksturalnych owoców gruszy prowadzono przy pomocy testów przebijania skórki i penetrometrycznego miąższu oraz testu podwójnego ściskania próbek miąższu (TPA) przy użyciu teksturometru TaTXplus wyposażonego w głowicę pomiarową o zakresie pracy do 0,5 kN. Do testu przebijania skórki zastosowano penetrometr z końcówką walcową o średnicy 5 mm, natomiast do badań właściwości mechanicznych miąższu użyto penetrometru walcowego o średnicy 8 mm z końcówką w postaci czaszy (Magness-Taylor). W przypadku testu przebijania pomiar przerywano po przebiciu skórki owocu a w przypadku penetracji miąższu po zagłębieniu penetrometru na głębokość 8 mm. Testy podwójnego ściskania prowadzono na próbkach walcowych o średnicy 10 mm i wysokości 10 mm. Owoce cięto na plastry prostopadle do osi a następnie wycinano z miąższu owoców próbki walcowe. W oparciu o przeprowadzone pomiary wyznaczono w przypadku testu przebijania – wartość siły  $F_p$  niezbędnej do przebicia skórki, testu penetrometrycznego – wartość siły (jędrność)  $F_m$  i pracy  $W_m$  odpowiadającej przemieszczeniu penetrometru na głębokość 8 mm oraz w teście podwójnego ściskania – wartość siły (twardość)  $F_c$ , sprężystość  $S_c$  i spoistość  $C_c$  miąższu przy 50% deformacji próbki. Metodologię badań oraz terminologię w teście podwójnego ściskania przyjęto za Bourne'm. Twardość ( $F_c$ ) jest to najwyższa wartość siły rejestrowanej podczas pierwszego cyklu ściskania, sprężystość ( $S_c$ ) jest to różnica pomiędzy wysokością początkową próbki a wysokością po drugim cyklu ściskania, natomiast spoistość ( $C_c$ ) jest to stosunek pracy deformacji w drugim cyklu do pracy deformacji próbki w pierwszym cyklu testu. Statystyczną analizę wyników wykonano stosując program Statistica 6 firmy StatSoft wykorzystując analizę wariancji ANOVA.

## Wyniki badań i ich omówienie

Przeprowadzone badania wskazują na statystycznie zróżnicowanie właściwości teksturalnych badanych odmian gruszek. Przechowywanie gruszek przez trzy miesiące powodowało istotną statystycznie zmianę analizowanych wielkości. Różnice odmianowe w odporności skórki na przebicie wynoszą blisko 20%. Najwyższą po zbiorze odpornością skórki na przebicie charakteryzują się odmiany Konferencja i Xenia a najniższą odmiany Hortensja i Lukasówka (rys. 1). Z upływem czasu przechowywania wytrzymałość skórki dla wszystkich badanych odmian gruszek wyraźnie maleje. Największy spadek wynoszący 25,5% zarejestrowano dla odmiany Hortensja a najniższy dla odmiany Konferencja – 10,4%.

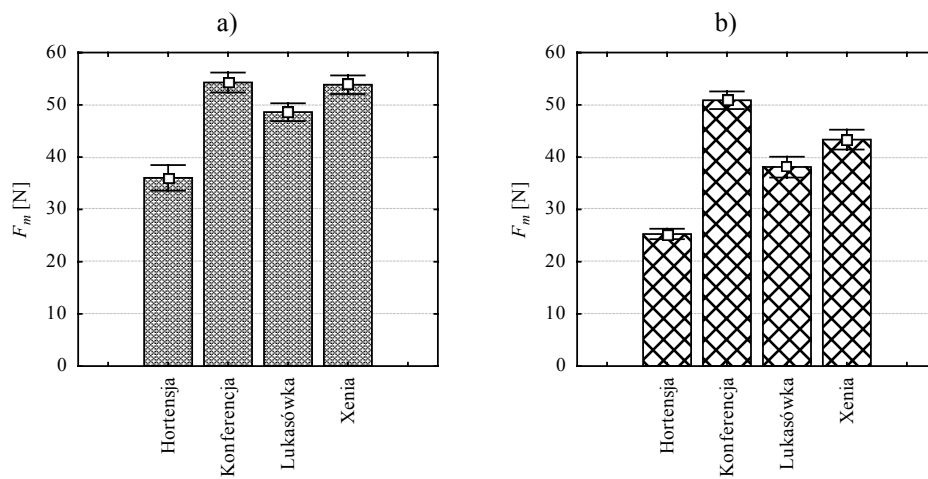
Spośród badanych gruszek po zbiorze najniższą jędrnością miąższu charakteryzuje się odmiana Hortensja, pozostałe odmiany mają zdecydowanie wyższą jędrność wynoszącą od 48,6 N dla odmiany Lukasówka do 54,3 N dla odmiany Konferencja (rys. 2). Badania wykazały różną dynamikę zmian jędrności miąższu gruszek podczas przechowywania. Najmniejszy zakres zmian jędrności podczas trzymiesięcznego przechowywania zaobserwowano dla odmiany Konferencja – 6,3% a największy dla odmiany Hortensja – 29,8%.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 1. Wartość siły potrzebnej do przebicia skórki gruszki  $F_p$ : a) po zbiorze; b) po przechowywaniu chłodniczym

Fig. 1. The value of the power necessary to pierce the skin of a pear  $F_p$ : a) after the crops; b) after storing in a cool store

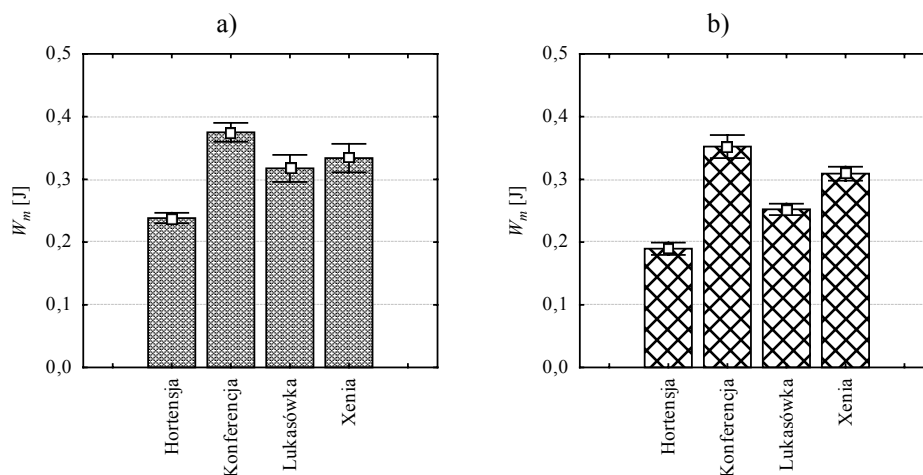


Źródło: obliczenia własne

Rys. 2. Jędrność miąższu gruszek  $F_m$ : a) po zbiorze; b) po przechowywaniu chłodniczym

Fig. 2. Firmness of the pears flesh  $F_m$ : a) after the crops; b) after storing in a cool store

Jednym ze wskaźników umożliwiających charakterystykę podatności gruszek na uszkodzenia mechaniczne jest praca penetracji mięszu. Najniższą po zbiorze wartość pracy penetracji zarejestrowano dla odmiany Hortensja a najwyższą dla odmiany Konferencja (rys. 3).



Źródło: obliczenia własne

Rys. 3. Zmiany pracy penetracji mięszu gruszek  $W_m$  po zbiorze i po przechowywaniu chłodniczym

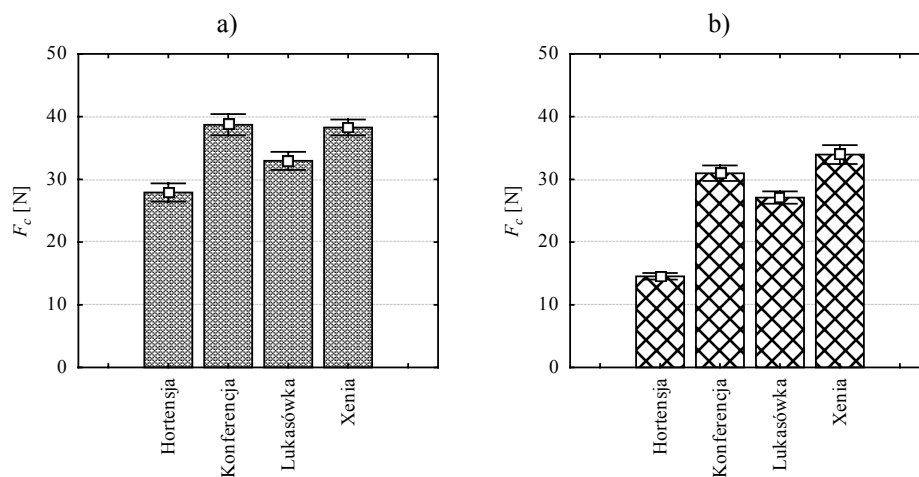
Fig. 3. Changes of penetration of the pears flesh  $W_m$  after the crops and after storing in a cool store

Na uwagę, zwraca fakt, że odmiana Xenia charakteryzowała się zbliżoną jędrnością do odmiany Konferencja, natomiast wartość pracy penetracji dla tej odmiany jest niższa o blisko 12%. Z upływem czasu przechowywania we wszystkich przypadkach nastąpił wyraźny spadek wartości pracy penetracji. Największą dynamikę zmian zarejestrowano dla odmian Hortensja (20,5%) i Lukasówka (20,4%). W przypadku pozostałych odmian zmiany pracy penetracji mięszu nie przekraczają 10%.

Badania wykazały zróżnicowanie twardości mięszu bezpośrednio po zbiorze wszystkich badanych odmian gruszek (rys. 4). Najwyższą twardością mięszu charakteryzowały się dwie odmiany Konferencja i Xenia, natomiast najniższą odmiana Hortensja. W przypadku tej odmiany zaobserwowano znaczący wynoszący 48,1% spadek twardości po trzymiesięcznym przechowywaniu w chłodni. Dla pozostałych odmian zmiany twardości kształtowały się następująco: Konferencja – 19,9%, Lukasówka – 18,7% i Xenia – 11,3%.

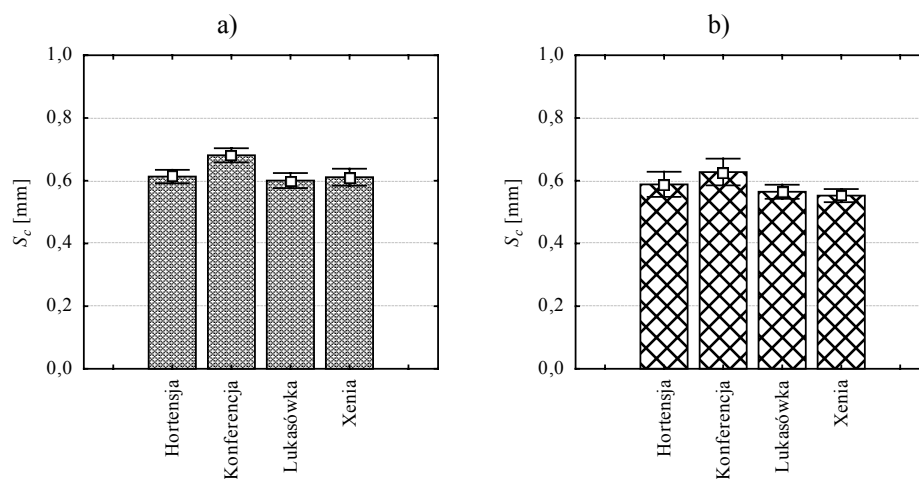
Sprężystość badanych odmian po zbiorze była na zbliżonym poziomie (rys. 5). Jedynie odmiana Konferencja charakteryzowała się wyższą o ok. 10% sprężystością w stosunku do pozostałych odmian i różnica ta była istotna statystycznie. Po trzymiesięcznym przechowywaniu gruszek dla odmian Konferencja i Xenia zarejestrowano statystycznie istotny

spadek ich sprężystości, w przypadku pozostałych różnice były statystycznie nieistotne. Należy sądzić, że niewielkie zmiany sprężystości związane są z budową komórkową tkanki miąższu gruszek (duża zawartość komórek kamiennych) i ich znaczącą kruchością wyższą w porównaniu do jabłek.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 4. Twardość miąższu gruszek  $F_c$ : a) po zbiorze; b) po przechowywaniu chłodniczym  
 Fig. 4. Hardness of the pears flesh  $F_m$ : a) after the crops; b) after storing in a cool store

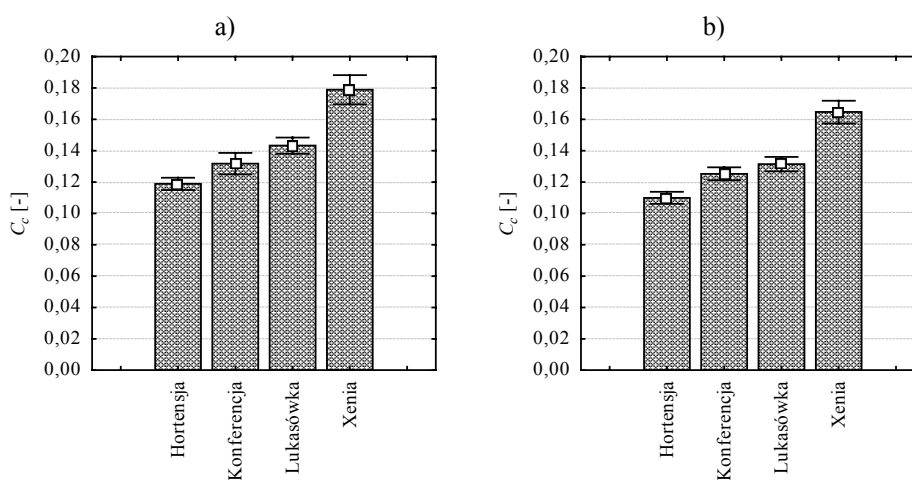


Źródło: obliczenia własne

Rys. 5. Sprężystość miąższu gruszek  $S_c$ : a) po zbiorze; b) po przechowywaniu chłodniczym  
 Fig. 5. Elasticity of the pears flesh  $F_m$ : a) after the crops; b) after storing in a cool store

Badania wykazały istotne statystycznie zróżnicowanie spoistości badanych odmian bezpośrednio po zbiorze (rys. 6). Najniższą spoistością charakteryzowała się odmiana Hortensja, natomiast najwyższą wartość, wyższą o blisko 50% w stosunku do Hortensji, otrzymano dla odmiany Xenia. Różnice pomiędzy pozostałymi odmianami wynosiły ok. 10%. Po trzymiesięcznym przechowywaniu owoców zarejestrowano istotny statystycznie spadek spoistości miąższu dla odmian Lukaszówka i Xenia. W przypadku pozostałych odmian zmiany są nieistotne statystycznie.

Przeprowadzone badania wykazały na istotne zróżnicowanie właściwości teksturalnych badanych odmian gruszek. Podczas przechowywania chłodniczego następuje istotny statystycznie spadek wartości większości parametrów charakteryzujących teksturę badanych odmian gruszek. Zakres tych zmian zależy od cech odmianowych owoców oraz od stosowanej metody badawczej.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 6. Zmiany spoistości miąższu gruszek  $C_c$ : a) po zbiorze; b) po przechowywaniu chłodniczym

Fig.6 Changes of cohesiveness of the pears flesh  $F_m$ : a) after the crops; b) after storing in a cool store

W krajach Europy Zachodniej przyjmuje się, że gruszki by nadawały się do obrotu po wyjęciu z chłodni powinny mieć jędrność wynoszącą 40 N [Hoehn i in. 1996]. Spośród badanych odmian przechowywanych przez trzy miesiące ten warunek spełniają dwie Konferencja i Xenia. Badania wskazują, że pewne problemy z utrzymaniem odpowiedniego poziomu jędrności miąższu mogą pojawić się w przypadku odmiany Lukaszówka na co również wskazują prace Konopackiej i in. [1997].

## Wnioski

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Badane odmiany gruszek charakteryzują się zróżnicowaną teksturą zarówno po zbiorze jak i po trzymiesięcznym przechowywaniu.
2. Po zbiorze i po trzech miesiącach przechowywania najwyższą jędrność miąższu i odporność skórki na przebicie mają się dwie odmiany Konferencja i Xenia przy czym po przechowywaniu większy zakres zmian jędrności miąższu zarejestrowano dla odmiany Xenia.
3. Po zbiorze i po trzymiesięcznym przechowywaniu najniższą jędrnością miąższu i odpornością skórki na przebicie charakteryzuje się odmiana Hortensja. Spadek jędrności do poziomu 25 N nie gwarantuje utrzymania właściwej jakości owoców w obrocie handlowym.
4. Stwierdzono stosunkowo niewielkie zróżnicowanie sprężystości miąższu badanych odmian gruszek po zbiorze jak i po trzymiesięcznym przechowywaniu.
5. Najwyższą spoistością miąższu charakteryzowała się odmiana Xenia a najniższą odmiana Hortensja. Podczas przechowywania zaobserwowano istotny statystycznie spadek spoistości miąższu dla dwóch badanych odmian tj. Lukasówki i Xenii.

## Bibliografia

- Bower J. H., Biasi W. V., Mitcham E.J.** (2003): Effect of ethylene in the storage environment on quality of 'Bartlett' pears. *Postharvest Biol. Technol.*, 28, 371-379.
- Eccher Zerbini P.** (2002): The quality of pear fruit. *Acta Hort.*, 596, 805-810.
- Hoehn E., Dätwyler D., Grasser F.** (1996): Maturity indices to predict optimum harvest date for the storage Conference pears in Switzerland. In: Determination and prediction of optimum harvest date of apples and pears. COST 94: The postharvest treatment of fruit and vegetables. Editors: A. de Jager, D Johnson, E. Hoehn, 149-156.
- Hoehn E., Gasser F., Guggenbühl, Künsch U.** (2003): Efficacy of instrumental measurements for determination of minimum requirements of firmness, soluble solids, and acidity of varieties in comparison to consumer expectations. *Postharvest Biol. Technol.*, 27, 27-37.
- Jakubczyk E., Lewicki P. P.** (2003): Właściwości mechaniczne tkanki jabłka w odniesieniu do jej tekstury. *Acta Agrophysica*, 2(3), 549-557.
- Johnston J. W., Hewett E. W., Banks N. H., Harker F. R., Hertog M.** (2001): Physical change in apple texture with fruit temperature: effects of cultivar and time in storage. *Postharvest Biol. Technol.*, 23(1), 13-21.
- Konopacka D., Plocharski W., Rutkowski K., Szymczak J.** (1997): Wpływ jędrności jabłek i gruszek na ocenę sensoryczną ich tekstury i możliwości przewidzenia optymalnej jakości. *Mat. konf., II Ogólnopolskie Seminarium Pracowników Katedr Sadownictwa i Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa*, Wyd. AR w Lublinie, 134-137.
- Ma S.S., Chen P.M.** 2003. Storage disorder and ripening behaviour of "Doyenne du Comice" pears in relation to storage conditions. *Postharvest Biol. Technol.*, 28, 281-294.
- Nabialek A., Ben J.** 1999: Kilkakrotny zbiór jabłek odmiany Gala Must i jego konsekwencje przechowalnicze. *Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie*, 351(66), 259-263.
- Nadulski R.** (2007): Influence of study method on description of pear texture properties changes during storage. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 57(2A), 115-120.
- Nadulski R.** (2009): Wpływ czasu i warunków przechowywania jabłek na ich wybrane właściwości. *Inżynieria Rolnicza*, 2(111), 107-116.



- Paul R. E.** (1999): Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biol. Techn.*, 15, 263-277.
- Pawłowicz B.** (2001): Kontrolowana atmosfera sposób na jakość jabłek. *Chłodnictwo*. XXXVI(4), 38-42.
- Richardson D. G., Kupferman E.** (1997): Controlled atmosphere storage of pears. *Postharvest Horticulture*. No. 16, Univ. of California, Davis. CA'97 Proc., 2, 31-35.
- Skrzyński J.** (1999): Wpływ warunków KA i ULO na zachowanie jakości przechowywanych jabłek odmiany Jonagold i Rubin. *Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie*, 351(66), 251-257.
- Wang C. S., Kuo S. Z., Kuo-Huang L. L., Wu J. S. B.** (2001): Effect of Tissue Infrastructure on Electric Conductance of Vegetable Stems. *J. of Food Sci.* 66(2), 31-36.
- Wawrzyńczak A., Rutkowski K., P. Kruczyńska D. E.** (2008): Jakość owoców wybranych odmian gruszy w zależności od temperatury przechowywania. *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa*, 16, 153-162.
- Wawrzyńczak A., Rutkowski K.P., Kruczyńska D.E.** (2006): Changes in fruit quality in pears during CA storage. *J. Fruit Ornam. Plant Res.*, 14 (suppl. 2), 77-84.  
<http://www.sadinfo.pl/artykuly-2011/12011/152-jakich-jablek-i-gruszek-szukaja-polacy.html>
- Recommendations of an EEC Working Group. (1985): Measurement of the quality of apples. Luxembourg, Office of Official Publications of the European Communities, Catalogue number: CD-NK-85-006-EN-C.
- Rozporządzenia Komisji (WE) Nr 1619/2001 z dnia 6 sierpnia 2001 r - Jabłka i gruszki.  
Rozporządzenie Komisji (WE) nr 46/2003 - zmiany do Rozporządzenia Komisji (WE) Nr 1619/2001 z dnia 6 sierpnia 2001 r.
- StatSoft, Inc. 2003. STATISTICA (data analysis software system), version 6. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

## EXPERIMENTAL CHARACTERISTIC OF TEXTURAL PROPERTIES OF THE SELECTED VARIETIES OF PEARS

**Abstract.** The basic objective of the study was to determine the range of variability of textural properties of the selected varieties of pears. The research was carried out directly after the crops and then after storing in the cool store conditions ( $t=0,5^{\circ}\text{C}$ ) for three months. Investigations of textural properties of pears were carried out with the use of the punch skin test and the penetrometric test of flesh as well as the test of double compression of flesh samples (TPA). The research proved that Konferencja and Xenia variety are characterised by the highest resistance of the skin against punching and firmness of flesh after crops. After a three-months storing, the skin resistance and the flesh firmness of all varieties clearly decreased. The biggest dynamics of the analysed changes was observed for Hortensja variety and the smallest for Konferencja variety.

**Key words:** firmness, flesh, skin resistance, pears, storing

### Adres do korespondencji:

Rafał Nadulski; e-mail: [rafal.nadulski@up.lublin.pl](mailto:rafal.nadulski@up.lublin.pl)  
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Doświadczalna 44  
20-538 Lublin