

ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI TEKSTURALNYCH WYBRANYCH ODMIAN GRUSZEK SPOWODOWANE PRZECHOWYWANIEM

Katarzyna Wróblewska-Barwińska, Rafał Nadulski

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Celem pracy była charakterystyka właściwości cechujących teksturę wybranych odmian gruszek przed i po ośmiotygodniowym okresie ich chłodniczego przechowywania. Zakres pracy obejmował wyznaczenie jędrności, twardości i spoistości mięszu oraz wytrzymałości skórki gruszek, a także określenie zakresu zmian tych wielkości po przechowywaniu badanego materiału. Stwierdzono, że podczas przechowywania następuje istotny statystycznie, z wyjątkiem spoistości, spadek wartości parametrów charakteryzujących teksturę badanych odmian gruszek. Zakres zmian poszczególnych parametrów był zróżnicowany i zależał od cech odmianowych. Przed i po przechowywaniu najwyższą jędrnością i twardością mięszu, wartością pracy penetracji i odpornością skórki na przebicie charakteryzowała się odmiana Lukasówka, natomiast najniższe wartości analizowanych wielkości zaobserwowano w przypadku odmiany General.

Słowa kluczowe: tekstura, mięsz, skórka, gruszki, przechowywanie

OZNACZENIA

D_{min} – średnica minimalna, mm

D_{max} – średnica maksymalna, mm

L – długość, mm

M – masa, g

wz – współczynnik zmienności, %

F_p – wytrzymałość skórki, N

F_m – jędrność mięszu, N

W_m – praca penetracji mięszu, J

F_c – twardość, N

C_c – spoistość, -

WSTĘP

W latach 2006–2010 produkcja gruszek wahała się w Polsce od 31 do 83 tys. t [Makosz 2011]. Do odmian uprawianych w naszym kraju należą m.in. Konferencja, Lukaszówka, Bera, Generał, Xenia i Hortensja. Mimo wielu lat tradycji sadowniczych w Polsce, tylko nieliczni producenci oferują gruszki najwyższej jakości. Na obniżenie jakości owoców i warzyw po zbiorze wpływają przede wszystkim transpiracja i oddychanie oraz zmiany ich składu chemicznego [Lange i Ostrowski 1992]. Wiele odmian gruszek przeznaczonych do konsumpcji charakteryzuje się szczególnie delikatną i podatną na uszkodzenia skórka. W trakcie obrotu towarowego gruszki narażone są przede wszystkim na uszkodzenia mechaniczne, polegające na przecięciu skórki, obiciu i otarciach [DeEll i Slingerland 2012]. Uszkodzenia mechaniczne obniżają wartość handlową owoców i dyskwalifikują je jako surowiec do przechowywania.

W przepisach unijnych standard jakości handlowej jabłek i gruszek przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji skupia się na wyglądzie zewnętrznym owoców, pomijając istotną cechę, jaką jest ich jędrność [Rozp. Komisji (WE) nr 1619/2001 i Rozp. Komisji (WE) nr 46/2003]. Tekstura, soczystość, smak, świeżość i typowy dla odmiany aromat to ważne cechy dojrzałości konsumpcyjnej gruszek [Eccher Zerbini 2002]. Jak podaje Hoehn i in. [2003] konsumenci zwracają uwagę przede wszystkim na aromat, jędrność i soczystość owoców. Jednym z podstawowych kryteriów oceny tekstury owoców jest ich jędrność. W niektórych państwach w dostawach do sieci handlowych wymagane jest wyznaczenie tego parametru. W Polsce, w ocenie konsumentów, gruszki znajdujące się w sprzedaży w supermarketach mają zbyt dużą jędrność. Krajowe badania wskazują, że 49% konsumentów preferuje gruszki miękkie, 24% – kruche i 27% – twarde [www.sadinfo.pl].

Zdolność przechowalnicza owoców uwarunkowana jest czynnikami klimatycznymi (temperatura, opady, usłonecznienie), właściwościami drzewa owocowego, sposobem nawożenia i systemem uprawy, stosowanymi zabiegami agrotechnicznymi, terminem zbioru. W przechowalnictwie świeżych owoców zasadniczą rolę odgrywają warunki przechowywania, wśród których najważniejsze to temperatura i wilgotność względna powietrza, skład atmosfery, jej cyrkulacja i wymiana, zabiegi przygotowawcze przed przechowywaniem i w trakcie przechowywania [Paull 1999, Skrzyński 1999, Pawłowicz 2001, Ma i Chen 2003, Wawrzyńczak i in. 2006, Nadulski 2012]. Gruszki to owoce o niższej zdolności przechowalniczej niż jabłka [Wawrzyńczak i in. 2008]. Richardson i Kupferman [2007] podają, że optymalna temperatura długotrwałego przechowywania gruszek wynosi od -1°C do 0°C . Zastosowanie wyższej temperatury skraca zdolność przechowalniczą gruszek [Wawrzyńczak i in. 2008]. Podstawowym parametrem pozwalającym ocenić teksturę owoców jest ich jędrność. Jak podają Johnson i Luton [1996], aby gruszki nadawały się do obrotu po wyjęciu z chłodni, powinny mieć jędrność około 40 N. Znaczna zmienność teksturalnych właściwości gruszek związana jest z ich cechami lepkosprężystymi. Według Wanga i in. [2003], właściwości reologiczne tkanki miększej gruszki dobrze opisuje trzejelementowy model Maxwella. Właściwości sprężyste tkanki związane są ze sprężystością ścian komórkowych, a lepkość z płynami wypełniającymi komórki.

Celem pracy była charakterystyka właściwości teksturalnych wybranych odmian gruszek zarówno przed ośmiotygodniowym przechowywaniem, jak i po ośmiotygodniowym przechowywaniu w warunkach chłodniczych. Zakres pracy obejmował wyznaczenie jędrności, twardości i spoistości miąższu oraz wytrzymałości skórki gruszek, a także określenie zakresu zmian tych wielkości po przechowywaniu.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto owoce trzech popularnych na Lubelszczyźnie odmian gruszy: Bera, Generał i Lukasówka, pochodzących ze zbiorów w latach 2010 i 2011. Gruszki pochodzące ze specjalistycznych gospodarstw sadowniczych zakupiono w sieci sprzedaży hurtowej. Do badań wybrano owoce całe, bez uszkodzeń, o zbliżonych wymiarach i masie, w ramach poszczególnych odmian. Przed umieszczeniem owoców w chłodni wyznaczono wymiary gruszek (średnicę minimalną, średnicę maksymalną i wysokość) oraz ich masę.

Pierwszą serię badań wykonywano bezpośrednio po zakupie, a następne po przechowywaniu w warunkach chłodniczych w temperaturze $T = 1-2^{\circ}\text{C}$ i wilgotności 89%. Owoce po wyjęciu z chłodziarki przetrzymywano przez około godzinę w pomieszczeniu laboratoryjnym do osiągnięcia temperatury otoczenia. Badania teksturalnych właściwości owoców przeprowadzono przy użyciu teksturometru TaTXplus wyposażonego w głowicę pomiarową o zakresie pracy do 0,5 kN. We wszystkich testach prędkość głowicy pomiarowej wynosiła $0,83 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Każdy pomiar wykonywano w dziesięciu powtórzeniach. Do testu przebijania skórki zastosowano penetrometr z końcówką walcową o średnicy 5 mm, natomiast jędrność miąższu oznaczano metodą Magness-Taylora zgodnie z zaleceniami Grupy Ekspertów Unii Europejskiej [1985]. Pomiar jędrności gruszek polegał na wbijaniu w miąższ na głębokość 8 mm trzpienia o średnicy 5/16 cala (7,9 mm) zakończonego powierzchnią w postaci czaszy.

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. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wyznaczono wartość siły F_p niezbędnej do przebicia skórki, w teście penetrometrycznym jędrność miąższu F_m i pracę penetracji W_m , odpowiadającą przemieszczeniu penetrometru na głębokość 8 mm oraz w teście podwójnego ściskania twardość F_c i spoistość C_c miąższu przy 50% deformacji próbki. Metodologię badań oraz terminologię w teście podwójnego ściskania przyjęto za Bourne [2002], zakładając, że twardość (F_c) jest to najwyższa wartość siły rejestrowanej podczas pierwszego 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 za pomocą programu Statistica 6 firmy StatSoft, wykorzystując analizę wariancji ANOVA. Do badania normalności rozkładu zastosowano test W Shapiro-Wilka. Istotność różnic (NIR) określano za pomocą testu Fishera.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono wymiary i masę gruszek przed ich umieszczeniem w chłodni.

Tabela 1. Wymiary gruszek i ich masa przed przechowywaniem
Table 1. Dimensions and mass of pears before storage

Odmiana Variety	Średnica minimalna Minimal diameter		Średnica maksymalna Maximum diameter		Długość Length		Masa Weight	
	D_{min} (mm)	wz (%)	D_{max} (mm)	wz (%)	L (mm)	wz (%)	M (g)	wz (%)
Bera	63,2a	2,9	66,1a	3,4	82,9a	3,8	172,9a	4,4
Generał	66,7b	2,3	70,3b	2,2	78,9b	3,9	174,1a	4,9
Lukasówka	67,2b	3,0	69,6b	3,4	85,1c	4,1	192,3b	6,4

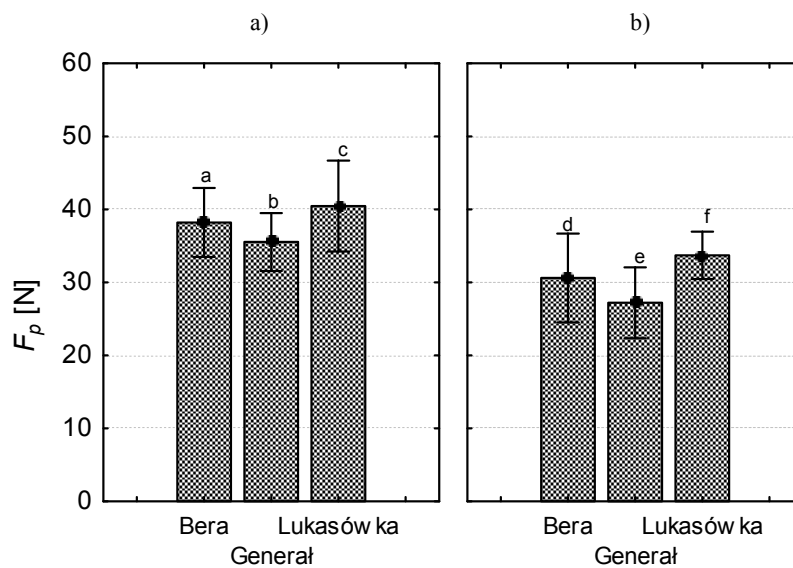
a, b, c – średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) wg testu Fischera

Z analizy danych zawartych w tabeli 1 wynika, że wymiary i masa gruszek badanych odmian są zróżnicowane. Średnica owoców zawierała się w przedziale od 61,7 do 70,3 mm, natomiast długość od 78,9 do 102,1 mm. Największą masą owoców charakteryzowała się odmiana Lukasówka – średnio 192,3 g, natomiast masa owoców pozostałych odmian wynosiła od 172,9 do 175,3 g. Właściwości geometryczne i masa badanych gruszek związane są z ich cechami odmianowymi.

Najwyższą wytrzymałością skórki charakteryzowała się odmiana Lukasówka, a najniższą Bera. Po przechowywaniu zarejestrowano spadek wytrzymałości skórki gruszek na poziomie od 15,1 do 19,9%, w zależności od odmiany. Najniższa wytrzymałość skórki cechuje gruszki odmiany Generał (rys. 1).

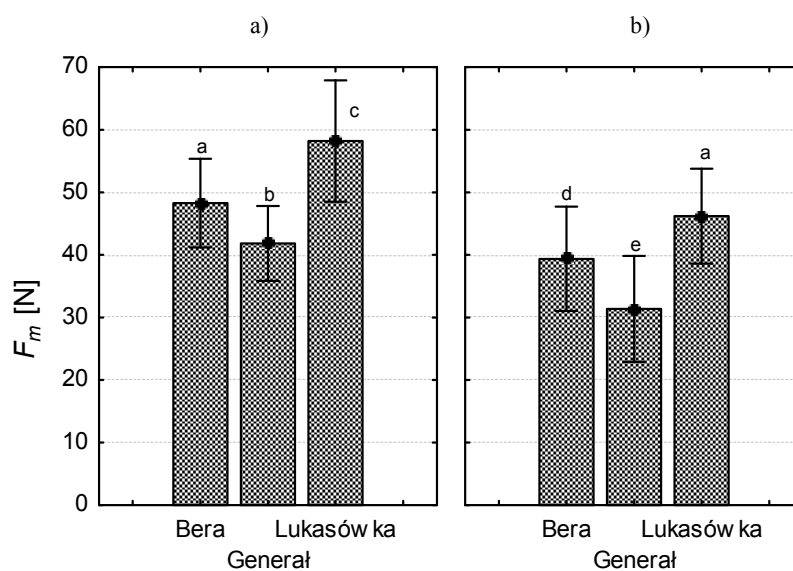
Badane gruszki charakteryzowały się zróżnicowaną jędrnością miąższu (rys. 2). Najniższą jędrnością miąższu zarówno przed przechowywaniem, jak i po przechowywaniu charakteryzowała się odmiana Generał. W przypadku owoców tej odmiany zaobserwowano największy, wynoszący 24,7%, spadek jędrności miąższu po przechowywaniu. Spadek jędrności miąższu po przechowywaniu wynosił 18,8% w przypadku odmiany Bera i 16,6% w przypadku odmiany Lukasówka.

Praca penetracji W_m związana jest z oporem tkanki miąższu podczas wciskania penetrometru. Zmiany związane z dojrzewaniem gruszek podczas ich przechowywania powodują obniżenie współczynnika tarcia pomiędzy metalowym trzpieniem a tkanką miąższu oraz rozluźnienie struktury miąższu. Największą wartość pracy deformacji zarówno przed, jak i po przechowywaniu, wykazały gruszki odmiany Lukasówka (rys. 3). Spadek wartości pracy deformacji po przechowywaniu w przypadku odmiany Bera wynosi 20,9%, odmiany Generał 18,8%, a odmiany Lukasówka 24,6%.



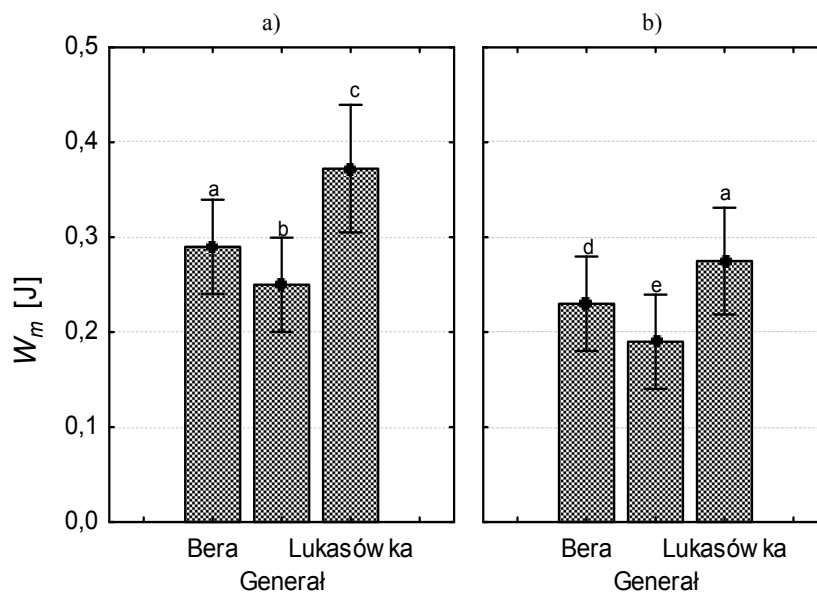
a, b, c... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) wg testu Fischera

Rys. 1. Wytrzymałość F_p skórki gruszek po zbiorze (a) i po przechowywaniu (b)
Fig. 1. Strength F_p of skin pears before (a) and after storage (b)



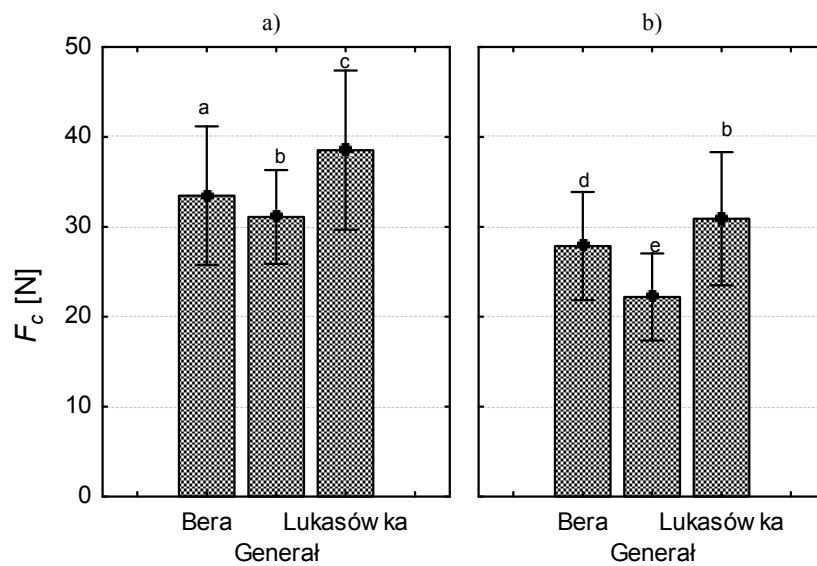
a, b, c... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) wg testu Fischera

Rys. 2. Jędrność F_m miąższu gruszek po zbiorze (a) i po przechowywaniu (b)
Fig. 2. Firmness F_m of pear flesh before (a) and after storage (b)



a, b, c... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) wg testu Fischera

Rys. 3. Praca penetracji W_m miąższu gruszek po zbiorze (a) i po przechowywaniu (b)
Fig. 3. Work W_m of flesh penetration before (a) and after storage (b)



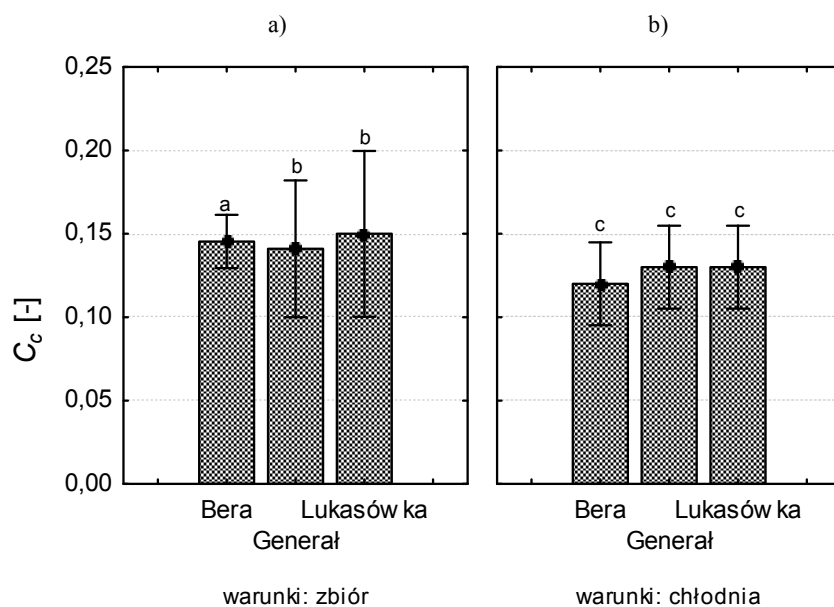
a, b, c... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) wg testu Fischera

Rys. 4. Twardość F_c gruszek po zbiorze (a) i po przechowywaniu (b)
Fig. 4. Hardness F_m of pear flesh before (a) and after storage (b)

Istotnym parametrem w ocenie tekstury owoców jest twardość ich miąższu. Najwyższą wartość twardości miąższu zarówno przed przechowywaniem, jak i po przechowywaniu zarejestrowano w przypadku odmiany Lukasówka, natomiast niższe wartości otrzymano w przypadku odmian Bera i Generał (rys. 4). Po przechowywaniu twardość miąższu wszystkich odmian obniżyła się istotnie. Spadki twardości miąższu są różne dla poszczególnych odmian i wynoszą 16,2% w przypadku odmiany Bera, 29,5% w przypadku odmiany Generał i 20,9% w przypadku odmiany Lukasówka.

W teście podwójnego ściskania wyznaczono spoistość miąższu. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w spoistości miąższu między odmianą Generał i Lukasówka bezpośrednio po zbiorze i pomiędzy badanymi odmianami po przechowywaniu (rys. 5). Z upływem czasu spoistość miąższu wszystkich badanych odmian obniżyła się o kilkanaście procent.

Przeprowadzone badania wykazały istotne statystycznie zróżnicowanie właściwości teksturalnych badanych odmian gruszek. Podczas przechowywania chłodniczego następuje istotny statystycznie spadek wartości parametrów charakteryzujących teksturę badanych odmian gruszek. Zakres tych zmian jest różny dla poszczególnych wyróżników tekstury i zależy od cech odmianowych gruszek. Najniższe spadki zarejestrowano w przypadku spoistości miąższu (10,3–14,9%), wyższe w przypadku wytrzymałości skórki (15,1–19,9%), jędrności (16,6–24,7%), pracy penetracji (18,8–24,6%) i twardości miąższu (16,2–29,5%).



a, b, c... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) wg testu Fischera

Rys. 5. Spoistość C_c miąższu gruszek po zbiorze (a) i po przechowywaniu (b)

Fig. 5. Cohesivness C_c of pear flesh before (a) and after storage (b)

Obserwowane zmiany wyróżników tekstury związane są z dojrzewaniem i starzeniem owoców. W trakcie długotrwałego przechowywania turgor komórek obniża się z powodu migracji i ubytków wody. W wyniku tego zjawiska następuje zmiana sprężystości i kształtu komórek, które w mniejszym stopniu do siebie przylegają. Pod wpływem obciążeń komórki miąższu gruszki mogą się przemieszczać, a następnie oddzielać [De Belie i in. 2000]. Drugim zjawiskiem wpływającym na cechy teksturalne owoców są zmiany w ścianie komórkowej związane z procesami enzymatycznymi zachodzącymi podczas ich przechowywania [Harker i in. 1997]. W przypadku gruszek w kształtowaniu cech teksturalnych miąższu ważną rolę odgrywają grupy komórek kamiennych. Z analizy statystycznej wyników badań wynika, że wszystkie badane właściwości teksturalne gruszek, oprócz spoistości, zależą od odmianowych cech owoców. Wykazano, że po przechowywaniu wyznaczone wyróżniki tekstury, z wyjątkiem spoistości, przyjmują niższe wartości w stosunku do wartości przed przechowywaniem i różnice te są istotne statystycznie. Zakres tych zmian związany jest z cechami odmianowymi gruszek. Z przeprowadzonych badań wynika, że ocena tekstury owoców możliwa jest przy pomocy wielu parametrów. Wniosek ten zgodny jest z wynikami badań uzyskanymi przez innych autorów [Bourne 2002, Surmacka-Sczesniak 2002, Nadulski i in. 2012].

WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Badane odmiany gruszek charakteryzują się zróżnicowaną teksturą zarówno po zbiorze, jak i po przechowywaniu.
2. Przed przechowywaniem i po przechowywaniu najwyższą jędrność i twardość oraz spoistość miąższu, wartość pracy penetracji i odporność skórki na przebicie wykazują owoce odmiany Lukasówka.
3. Przed przechowywaniem i po przechowywaniu najniższą jędrność i twardość miąższu, wartość pracy penetracji i odporność skórki na przebicie cechuje owoce odmiany General.
4. Podczas przechowywania następuje istotny statystycznie spadek wartości wszystkich analizowanych wyróżników tekstury charakteryzujących badane odmiany gruszek.
5. Zakres zmian wartości poszczególnych wyróżników tekstury jest różny i zależy od odmianowych cech gruszek.

PIŚMIENNICTWO

- Bourne M.C., 2002. Food texture and viscosity. Academic Press, New York, 416.
- De Belie N., Hallett I.C., Harker R., De Baerdemaeker J., 2000. Influence of ripening and turgor on the tensile properties of pears: a microscopic study of cellular and tissue changes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125(3), 350–356.
- DeEll J.R., Slingerland K., 2012. Recommendation for harvest and storage of pears. FactSheet, Order 12-041, 1–8. <http://www.omafr.gov.on.ca/english/crops/facts/12-041.htm>
- Eccher Zerbini P., 2002. The quality of pear fruit. *Acta Hort.* 596, 805–810.

- Harker F.R., Redgwell R.J., Hallet I.C., Murray S.H., 1997. Texture of fresh fruits. *Hort. Rev.* 20, 121–224.
- Hoehn E., Gasser F., Guggenbühl B., 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.
<http://www.sadinfo.pl/artykuly-2011/12011/152-jakich-jablek-i-gruszek-szukaja-polacy.html>
- Johnson D.S., Luton M.T., 1996. Maturity indices to predict optimum harvest date for the storage of Conference pears in the UK. In: Determination and prediction of optimum harvest date of apples and pears. COST 94: The postharvest treatment of fruit and vegetables, de Jager A., Johnson D., Hoehn E. (eds), 133–147.
- Lange E., Ostrowski W., 1992. Przechowalnictwo owoców. PWRiL, Warszawa, 301.
- 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.
- Makosz E., 2011. Wielkość zbiorów, potrzeby i opłacalność produkcji jabłek, gruszek, wiśni i czereśni. XXXI Międzynarodowe Seminarium Sadownicze, Tow. Rozwoju Sądów Karłowych, Limanowa 4–5 marca.
- Nadulski R., Wróblewska-Barwińska K., Strzałkowska K., 2012. Doświadczalna charakterystyka właściwości teksturalnych wybranych odmian gruszek. *Inżynieria Roln.* 3(138), 165–173.
- Paull R.E., 1999. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 263–277.
- Pawłowicz B., 2001. Kontrolowana atmosfera, sposób na jakość jabłek. *Chłodnictwo* 4, 38–42.
- Recommendations of an EEC Working Group., 1985. Measurement of the quality of apples. Luxemburg, Office of Official Publications of the European Communities, Catalogue number: CD-NK-85-006-EN-C.
- Richardson D.G., Kupferman E., 1997. Controlled atmosphere storage of pears. *Postharvest Horticulture*. In Proc. Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, Vol. 2, Davis: Univ. Calif. Postharv. Hort. Ser. 31–35.
- 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. – Jabłka i gruszki.
- 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.
- StatSoft, Inc. 2003. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- Surmacka-Szczesniak A., 2002. Texture is a sensory property. *Food Qual. Prefer.* 13, 215–225.
- Wang J., 2003. Anisotropic relaxation properties of pear. *Biosys. Eng.* 85(1), 59–63.
- Wawrzyńczak A., Rutkowski K.P., Kruczyńska D.E., 2008. Jakość owoców wybranych odmian gruszy w zależności od temperatury przechowywania. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac.* 16, 153–162.
- Wawrzyńczak A., Rutkowski K.P., Kruczyńska D.E., 2006. Changes in fruit quality in pears during CA storage. *J. Fruit Orn. Plant Res.* 14 (suppl. 2), 77–84.

THE TEXTURAL PROPERTIES CHANGES OF SELECTED PEARS VARIETIES DUE TO STORAGE

Abstract. The aim of this work was to evaluate textural properties of selected pear varieties before and after an eight-week in refrigerator storage. This work included describing of firmness, hardness, cohesiveness of flesh and force at skin puncture as well as spectrum of these properties changes after storage period. It was proved that during the storage period occurs a statistically significant decrease of parameters, excluding flesh cohesiveness, characterizing texture of examined pear varieties. The range of this changes is different for individual parameters and depends on pear varieties properties. Before and after storage Lukaszówka variety had the highest flesh firmness and hardness, the work of penetration and force at skin puncture while the lowest parameter of analyzed values had General variety.

Key words: texture, flesh, skin, pears, storage