

JĘDRNOŚĆ JABŁEK W WARUNKACH OBROTU HANDLOWEGO

Rafał Rybczyński

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, , ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: rryb@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. Poprzez ocenę wybranych parametrów fizycznych istnieje możliwość określenia aktualnego stanu owocu. W badaniach wyznaczano i modelowano jędrność jabłek zimowych odmian (Elstar, Gloster, Idared, Jonagold, Ligol oraz Melrose) w trakcie niechłodniczego wtórnego przechowywania w warunkach obrotu detalicznego i hurtowego. Statystyczna analiza uzyskanych wyników potwierdziła istotność zależności pomiędzy wyznaczonymi parametrami mechanicznymi, a czynnikami będącymi źródłem zmienności (czas przechowywania i odmiana). Zaś, zastosowany model prostej regresji opisu zmian jędrności po przechowywaniu w warunkach symulujących obrót detaliczny może być przydatny do prognozowania stanu owoców oraz określania dopuszczalnych okresów obrotu owocami.

Słowa kluczowe: jabłka, jędrność, przechowywanie, obrót handlowy

WSTĘP

Jakość owoców staje się czynnikiem decydującym o możliwościach ich sprzedaży i w związku z tym doskonalone są techniki kontroli i sterowania jakością. Zwiększone wymagania konsumentów związane z względnym nasyceniem rynku owocami oraz konkurencją owoców importowanych zmuszają producentów do poprawy ich jakości. Ważne jest również zachowanie wysokiej jakości jabłek po okresie przechowywania. Owoce przetrzymywane za długo w niewłaściwych warunkach, po wyjęciu z przechowalni a przed bezpośrednim dostarczeniem ich do konsumenta, mogą bardzo stracić na wyglądzie, smaku czy jędrności (Konopacka i in. 2003, Płocharski i Konopacka 1999, Shewfelt 1999).

W owocach po zerwaniu z drzewa zachodzą nadal procesy życiowe, w tym oddychanie. W procesie oddychania zawarte w owocach cukry proste i kwasy organiczne zostają utlenione do dwutlenku węgla i wody. W chłodni przy niskiej zawartości tlenu następuje zahamowanie procesu oddychania i jabłka przechowują się do 12 miesięcy. Po wyjęciu z przechowalni procesy życiowe zachodzące w owocach przybierają bardzo na intensywności, powodując w efekcie szybkie osiągnięcie optymalnej jakości

konsumenckiej, a następnie jej pogorszenie, co wymusza konieczność zagospodarowania jabłek w określonym, często krótkim czasie (Dobrzański i in. 2006, Janiewicz 1984, Pieniążek 1995).

Poprzez ocenę wybranych parametrów fizycznych istnieje możliwość określenia aktualnego stanu owocu oraz prognozowania dopuszczalnych okresów obrotu handlowego jabłek po przechowywaniu chłodniczym (Dobrzański i in. 2000, Dobrzański i in. 2001).

Dla większości owoców jędrność skorelowana jest z ich dojrzałością, a spadek jędrności owoców w trakcie ich rozwoju jest nieznaczny. Proces ten nabiera przyspieszenia dopiero w okresie dojrzewania i przechowywania, a przejrzale i uszkodzone owoce stają się bardzo miękkie (Dobrzański i Rybczyński 1999, Fekete 1993, Rybczyński i Dobrzański 1999). Dlatego też, jędrność może być użyta jako kryterium jakościowe przy sortowaniu produktów rolniczych na różne grupy dojrzałości czy do oddzielenia przejrziałych i uszkodzonych owoców od zdrowych (Kader 1999, Studman 1994).

W badaniach określono jędrność oraz zaproponowano model zmian wyznaczonych parametrów mechanicznych jabłek zimowych odmian (Elstar, Gloster, Idared, Jonagold, Ligol oraz Melrose) w trakcie niechłodniczego wtórnego przechowywania w warunkach obrotu detalicznego i hurtowego.

Celem pracy była ocena jędrności jabłek różnych odmian w okresie od wyjęcia z chłodni, a bezpośrednim dostarczeniem ich do konsumenta oraz oszacowanie wpływu czasu wtórnego przechowywania na właściwości mechaniczne owoców istotne dla konsumenta.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto jabłka zimowych odmian: Elstar, Gloster, Idared, Jonagold, Ligol oraz Melrose z Sadu Doświadczalnego Akademii Rolniczej w Lublinie.

Owoce po przechowywaniu chłodniczym w temperaturze 0-2°C przetrzymywano przez 14 dni w warunkach występujących w obrocie detalicznym. Każdorazowo przed wykonaniem testów owoce stabilizowano przez 12 godzin w warunkach pokojowych. Testy przeprowadzono bezpośrednio po wyjęciu z chłodni oraz po 7 i 14 dniach.

W badaniach wykorzystano maszynę wytrzymałościową Instron model 6022. Zastosowano procedury oraz prędkość przesuwu głowicy 10 mm·min⁻¹, wykonując testy których metodyka została opracowana i przedstawiona w wcześniejszych pracach (Rybczyński i Dobrzański 2001, Rybczyński i Dobrzański 2002):

- ściskania próbki miąższu pomiędzy równoległymi płytkami,
- rozrywania wycinka skórki,
- penetracji całego owocu,
- zginania wycinka (belki) tkanki jabłka.

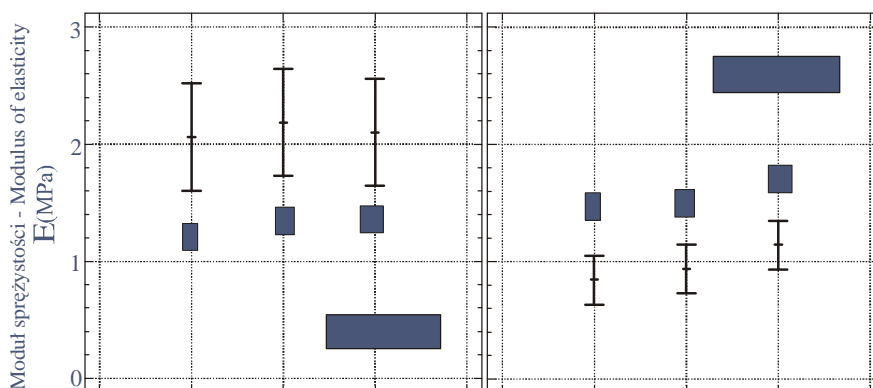
W trakcie testów rejestrowano wartości w układzie pomiarowym siła-przemieszczenie wyznaczając następujące wielkości: F – siłę, d – deformację i W – pracę deformacji odpowiadającą granicy wytrzymałości tkanki oraz E – moduł sprężystości wyznaczony w zakresie liniowości krzywej siła-przemieszczenie.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej poszukując zależności pomiędzy wymienionymi wyżej parametrami, a czynnikami będącymi źródłami zmienności (czas przechowywania i odmiana). W tym celu przeprowadzono analizę wariancji przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wykonano także analizę regresji i zaproponowano model prostej regresji pozwalający na opisanie równaniami zmienności wyznaczanych parametrów fizycznych w funkcji czasu wtórnego przechowywania. Obliczono współczynniki korelacji R , będące oceną dopasowania założonego modelu do danych eksperymentalnych.

WYNIKI

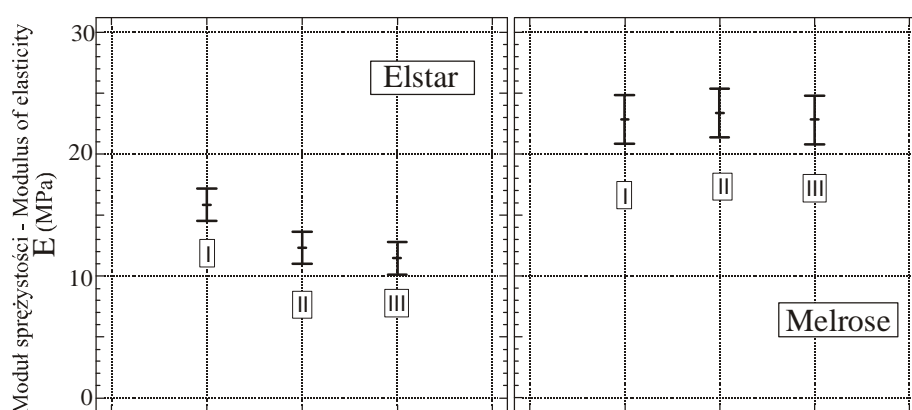
Stwierdzono, iż jędrność miąższu owoców badanych odmian odwzorowana wartościami parametrów mechanicznych w trakcie wtórnego przechowywania (14 dni) nie podlega istotnym statystycznie zmianom. Jednak można zaobserwować wyraźne różnice odmianowe charakteryzujące się innymi zakresami wartości wyznaczonych wielkości fizycznych dla poszczególnej odmian jak również przebiegiem zmian jędrności w trakcie wtórnego przechowywania. Na przykład, uzyskane średnie wartości modułu sprężystości w przypadku odmiany Gloster wynosiły około 2 MPa i nie zmieniły się w trakcie eksperymentu, zaś dla odmiany Melrose mieściły się w zakresie 0,82 do 1,18 MPa wykazując lekką tendencję wzrostową (rys. 1).



Rys. 1. Moduł sprężystości E wyznaczony w teście ściskania próbki miąższu; I – po wyjęciu z chłodni, II – przetrzymywanych 7 dni i 14 dni – III w warunkach niechłodniczego wtórnego przechowywania

Fig. 1. Modulus of elasticity obtained in compression test of flesh sample; I – after cold storage, II – after 7 days and 14 days – III of shelf-life

Skórka to ta część owocu, która ze względu na swą funkcję ochronną, może świadczyć o stanie dojrzałości owocu oraz o jego odporności na obicia. Owoce wraz z upływem czasu wtórnego przechowywania posiadały coraz słabszą skórę na co wskazuje lekka tendencja spadkowa zaobserwowana dla wartości modułu sprężystości uzyskana dla większości badanych odmian za wyjątkiem odm. Melrose. Parametry uzyskane w teście rozciągania wycinka skórki badanych sześciu odmian jabłek umożliwiły wyselekcjonowanie owoców o wytrzymałej mechanicznie skórcie np. Melrose oraz charakteryzujących się delikatną skórą np. Elstar (rys. 2).

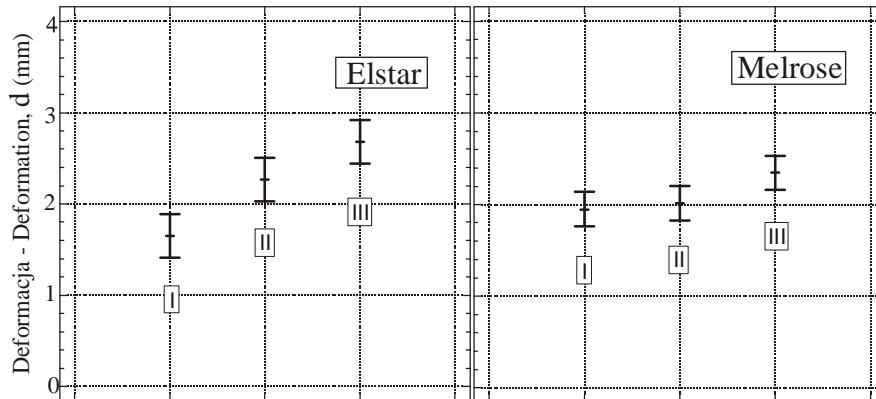


Rys. 2. Moduł sprężystości E wyznaczony w teście rozrywania wycinków skórki; I – po wyjęciu z chłodni, II – przetrzymywanych 7 dni i 14 dni – III w warunkach niechłodniczego wtórnego przechowywania
Fig. 2. Modulus of elasticity obtained in tension test of skin sample; I – after cold storage, II – after 7 days and 14 days – III of shelf-life

Wartość siły potrzebnej do wciśnięcia próbника to jeden z najczęściej używanych wyznaczników dojrzałości oraz jakości przechowywanych jabłek. Jędrność wtórnie przechowywanych owoców badanych odmian wyznaczona w teście penetrometrycznym obniża się co dobrze charakteryzuje parametr d – szacujący deformację odpowiadającą maksymalnej sile powodującej uszkodzenie tkanki owocu. Dla jabłek wszystkich badanych odmian zaobserwowaną wzrost wartości tego parametru. W przypadku odmiany Elstar wartość deformacji mieści się w zakresie od 1,62 mm do 2,64 mm, przyrost wynosił ponad 50%. Jednak u owoców nie wszystkich badanych odmian ta tendencja była tak wyraźna, czego przykładem może być odm. Melrose, dla której stwierdzono przyrost deformacji penetracji powodującej uszkodzenie owocu tylko o około 10% (rys. 3).

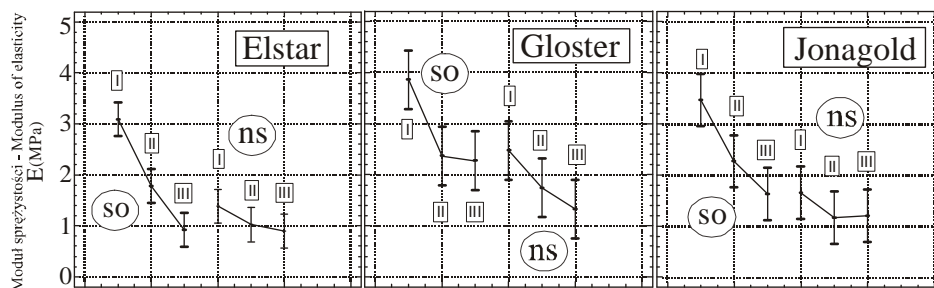
Skórka i przypowierzchniowa warstwa miąższu jabłka są najbardziej narażone na uszkodzenia, a stan owocu określający jego dojrzałość czy jędrność jest często oceniany przez dotyk czyli wrażenia w oparciu o kontakt z tą warstwą. Test zginania pozwala na oszacowanie jędrności przypowierzchniowej warstwy tkanki

jabłka. Po wtórnym przechowywaniu sprężystość belki ze skórką obniżyła się w przypadku owoców odmian: Elstar, Gloster i Jonagold dwukrotnie (rys. 4). W przypadku trzech pozostałych odmian nie stwierdzono statystycznie istotnych zmian wartości badanego parametru podczas eksperymentu.



Rys. 3. Deformacja d powodująca uszkodzenie tkanki wyznaczona w teście penetracji jabłek; I – po wyjęciu z chłodni, II – przechowywanych 7 dni i 14 dni – III w warunkach niechłodniczego wtórnego przechowywania

Fig. 3. Deformation d causing damage of apple tissue in penetration test; I – after cold storage, II – after 7 days and 14 days – III of shelf-life

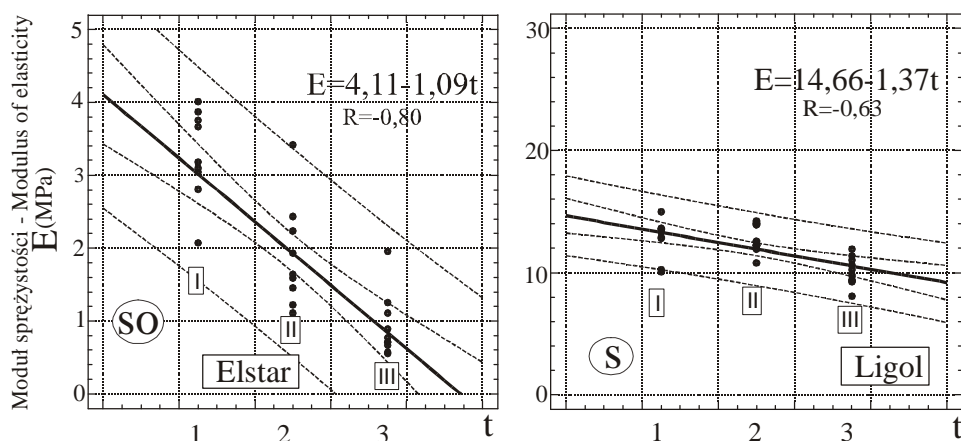


Rys. 4. Moduł sprężystości E wyznaczony w teście zginania wycinków tkanki jabłek; I – po wyjęciu z chłodni, II – przechowywanych 7 dni i 14 dni – III, w warunkach niechłodniczego wtórnego przechowywania; so – próbka składa się z miąższu i skórki położonej od strony elementu obciążającego, ns – próbka z samego miąższu

Fig. 4. Modulus of elasticity E obtained in bending test of apple tissue sample; I – after cold storage, II – after 7 days and 14 days – III, of shelf-live; so – flesh and skin over, ns – flesh sample

Moduł sprężystości wyznaczony w teście zginania belek miąższu jabłek (bez skórki) nie różnił się istotnie dla badanych okresów niechłodniczego przechowywania owoców, podobnie jak pozostałe parametry wyznaczone tą metodą.

Rysunek 5 przedstawia model prostej regresji wyznaczony dla odmian: Elstar i Ligol oraz kombinacji: so – próbka składa się z miąższu i skórki położonej od strony elementu obciążającego, s – test rozrywania skórki. Zastosowany model pozwolił na opisanie zmienności wyznaczanych parametrów mechanicznych w funkcji czasu wtórnego przechowywania. Zaś obliczone współczynniki modelu mogą być przydatne przy określaniu dopuszczalnych okresów obrotu jabłkami po przechowywaniu chłodniczym.



Rys. 5. Modelowanie zmian modułu sprężystości tkanki jabłek w trakcie symulowanego obrotu handlowego po przechowywaniu chłodniczym; t – czas wtórnego niechłodniczego przechowywania: I (1) – po wyjściu z chłodni, II (2) – przetrzymywane 7 dni i 14 dni – III (3); so – test zginania tkanki jabłka, s – test rozrywania skórki

Fig. 5. Modelling of apple tissue modulus of elasticity during simulated shelf-live; t – time of shelf-live: I (1) – after cold storage, II (2) – after 7 days and 14 days – III (3) of shelf-live; so – flesh and skin over, s – skin tension test

WNIOSKI

1. Jędrność miąższu badanych owoców w trakcie wtórnego przechowywania nie ulegała istotnym statystycznie zmianom i pozostawała na podobnym poziomie w obrębie poszczególnych odmian.

2. Jędrność przypowierzchniowej warstwy tkanki jabłka po wtórnym przechowywaniu obniżyła się w przypadku owoców odmian: Elstar, Gloster i Jonagold dwukrotnie, zaś w przypadku odmian: Idared, Jonagold, Ligol nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic.

3. Zmienność wyznaczanych parametrów mechanicznych owocu w funkcji czasu wtórnego przechowywania można opisać przy użyciu prostej regresji, zaś wyznaczone parametry modelu pozwalają na prognozowanie stanu jabłek w okresie obrotu handlowego.

PIŚMIENNICTWO

- Dobrzański, jr. B., Rybczyński R., 1999. Stress-strain relationship for fruit firmness estimation. *Acta Horticulture*, 485, 117-123.
- Dobrzański, jr. B., Rybczyński R., Gołacki K., 2000. Quality parameter of storage apple as a firmness. *Int. Agrophysics*, 14, 149-158.
- Dobrzański, jr. B., Rybczyński R., Dobrzańska A., Wójcik W., 2001. Some physical and nutritional quality parameters of storage apples. *Int. Agrophysics*, 15, 1, 13-18.
- Dobrzański, jr. B., Rabcewicz J., Rybczyński R., 2006. Handling of Apple. IA PAN, ISBN 83-89969-55-6, 1-234.
- Fekete A., 1993. Elasticity: a measure of fruit firmness. ASAE Paper No. 93-6598, Chicago, 1-7.
- Jankiewicz L.S., 1984. *Fizjologia Roślin Sadowniczych*. PWN, Warszawa.
- Kader A.A., 1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae*, 485, 203-208.
- Konopacka D., Płocharski W., Zwierz J., 2003. Perception of apple quality in relation to texture attributes. *Acta Horticulture*, 604, 443-448.
- Pieniążek S.A., 1995. *Sadownictwo*, PERiL, Warszawa.
- Płocharski W.J., Konopacka D., 1999. The relation between mechanical and sensory parameters of apples. *Acta Horticulture*, 485, 309-318.
- Rybczyński R., Dobrzański, jr. B., 1999. The mechanical properties of apple after storage. *Acta Horticulture*, 485, 319-324.
- Rybczyński R., Dobrzański, jr. B., 2001. Physical properties of apple during shelf-live. PMA, Prague, 189-190.
- Rybczyński R., Dobrzański, jr. B., 2002. Fizyczne aspekty pomiaru jędrności jabłek. *Acta Agrophysica*, 69.
- Shewfelt R.L., 1999. What is Quality? *Postharvest Biology and Technology*, 15, 197-200.
- Studman C.J., 1994. Quality in fresh fruit - Meaning, measurement and maintenance. *AgEng'94 Milano*, 897-898, Report N. 94-G-080, 1-9.

FIRMNESS OF APPLE DURING SHELF-LIFE

Rafał Rybczyński

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: rryb@demeter.ipan.lublin.pl

Abstract. Some mechanical parameters of fruit can be useful to estimate the state of apple. In this study, the author assigned and modelled firmness variability of winter apple varieties (Elstar, Gloster, Idared, Jonagold, Ligol and Melrose) during shelf-life. The statistical analysis of variance was used to estimate the relationship between mechanical parameters and the changeability factors (storage time and apple variety). The linear model description of the apple firmness variability during shelf-live can be useful to estimate the state of fruit and to define the safe periods of apple shelf-life.

Keywords: apple, firmness, storage, shelf-life