

TEST ZGINANIA W OCENIE MECHANICZNEJ ODPORNOŚCI PRZYPOWIERZCHNIOWEJ WARSTWY TKANKI JABŁKA *

R. Rybczyński, B. Dobrzański, jr

Instytut Agrofizyki PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

r ryb@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie: Wraz ze wzrostem mechanizacji zbioru i obrotu owocami wyłonił się problem związany z ich uszkodzeniami mechanicznymi. Uszkodzenia jabłek na skutek obicia są główną przyczyną obniżenia jakości świeżych owoców na rynku. Warstwa przypowierzchniowa miąższu jabłka podlega odkształceniu; dlatego też, badanie jej wydaje się najbardziej celowe. Autorzy zastosowali do oceny właściwości mechanicznych przypowierzchniowej warstwy owoców test zginania belki. Weryfikację powyższej metody pomiaru przeprowadzono na przykładzie pięciu zimowych odmian jabłek: Gala, Gloster, Idared, Jonagold i Šampion.

Słowa kluczowe: jabłka, uszkodzenia, właściwości mechaniczne, test zginania

WSTĘP

Wraz ze wzrostem mechanizacji zbioru i obrotu owocami wyłonił się problem związany z ich uszkodzeniami mechanicznymi. Uszkodzenia jabłek na skutek obicia są główną przyczyną obniżenia jakości świeżych owoców na rynku. Według Brusewitsza i Bartscha [1] obicia spowodowane są trzema rodzajami obciążeń: ściskaniem, uderzeniem i wibracją.

Podczas zbioru, dalszego obrotu i przechowywania jabłek następują zmiany nie tylko w ich składzie chemicznym, ale także ich właściwości fizycznych. Dzięki niektórym parametrom fizycznym istnieje możliwość określenia stanu

* Praca wykonana częściowo w ramach projektu badawczego Nr 5 P06F 012 19 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

owocu pod względem jego dojrzałości zbiorczej, konsumpcyjnej czy też odporności na uszkodzenia mechaniczne [4,9,10,15].

Jedną z najbardziej znanych cech świeżych owoców i warzyw związaną między innymi z ich wytrzymałością mechaniczną i dojrzałością jest jędrność. Fekete i Felföldi [8] rekomendują tę cechę jako podstawową właściwość owoców, ważną przy określeniu terminu zbioru, dojrzałości owoców oraz ich jakości przechowalniczej. Opracowano wiele metod pomiaru jędrności jabłek [2,6,7,13,14], które opisują ich właściwości mechaniczne w trakcie zbioru i przechowywania [11,12]. Jednak skórka i przypowierzchniowa warstwa mięszu jabłka są najbardziej narażone na uszkodzenia, a stan owocu jego dojrzałość czy jędrność jest oceniana przez dotyk; czyli wrażenia w oparciu o kontakt z tą warstwą. Zazwyczaj warstwa przypowierzchniowa mięszu jabłka podlega odkształceniu nie zaś mięsz poniżej tej warstwy tkanek. Dlatego badanie tej warstwy wydaje się bardziej celowe [3,5,16]. Problem powstaje gdy próbujemy opisać niejednorodny materiał; składający się z mięszu i skórki - materiałów o zupełnie zróżnicowanej budowie i właściwościach mechanicznych.

Celem badań jest opis właściwości mechanicznych tkanki jabłek w teście zginania przypowierzchniowej warstwy (najbardziej narażonej na uszkodzenia), z zastosowaniem modelu swobodnej belki podpartej symetrycznie.

MATERIAL I METODA

Badania przeprowadzono na wyselekcjonowanych owocach 5 zimowych odmian jabłek: Gala, Gloster, Idared, Jonagold i Šampion; pochodzących z sadu doświadczalnego AR w Lublinie. Pomiary wykonywano po zbiorze, w trakcie i po przechowywaniu chłodniczym.

Do preparacji wycinków mięszu w kształcie belki opracowano specjalne wykrojniki umożliwiające wycięcie równoległych pasków o szerokości 3 mm, z których wycinano warstwę o grubości 3 mm i o długości > 15 mm, zawierającą skórkę z jednej strony. W testach zginania belka była podpierana walcami, których osie oddalone były o 10 mm. Tym sposobem zginaniu podlegała belka o wymiarach $3 \times 3 \times 10$ mm. Wycinano również belki z warstwy pozbawionej skórki. Zginano belki w trzech przypadkach: gdy skórka była położona od strony obciążenia B_{So} , od strony przeciwnej B_{Su} oraz gdy belka mięszu była bez skórki B_{nS} .

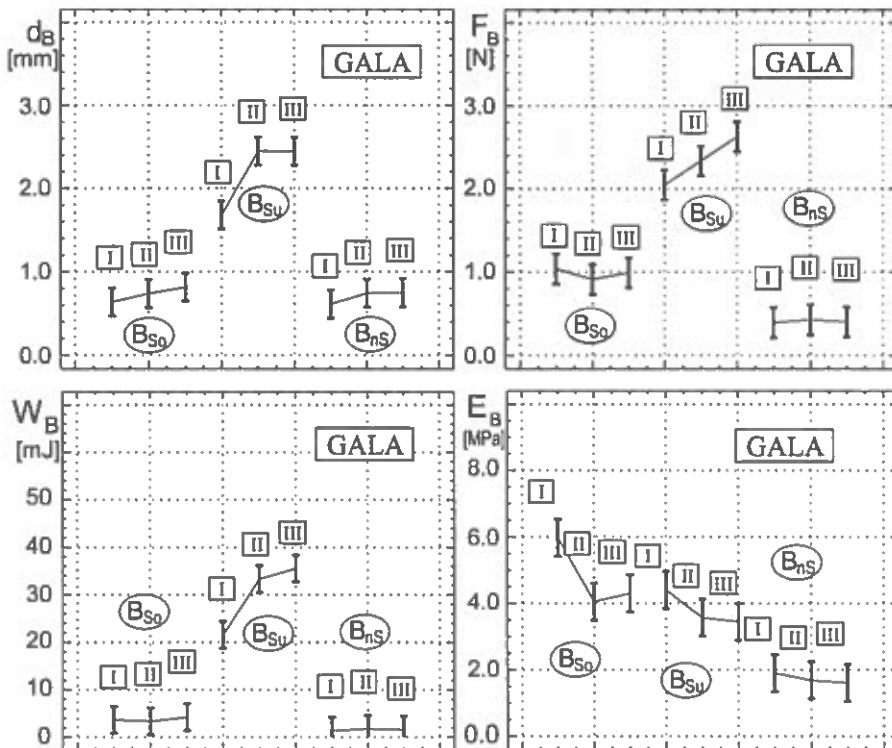
Testy zginania belki przeprowadzono przy stałej prędkości przesuwu głowicy pomiarowej; 10 mm/min, rejestrując cały wykres siła-przemieszczenie, aż do uszkodzenia próbki.

Wartości siły odpowiadające zakresowi deformacji sprężystej użyto do wyznaczenia modułu sprężystości.

Uzyskane wyniki (siła, deformacja, praca zniszczenia oraz moduł sprężystości) poddano analizie statystycznej, a wnioskowanie przeprowadzono przy poziomie istotności $\alpha = 0.05$.

WYNIKI

Próba opisu właściwości mechanicznych przypowierzchniowej warstwy jest zastosowanie przez autorów modelu swobodnej belki podpartej symetrycznie poddanej obciążeniu w teście zginania.



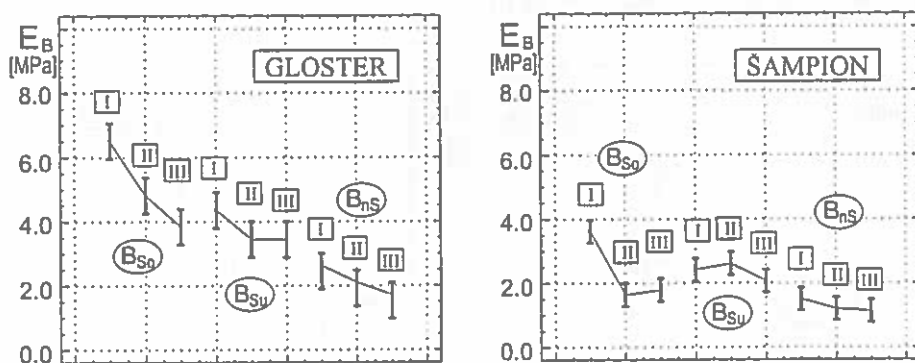
Rys.1. Parametry mechaniczne przypowierzchniowej warstwy tkanki jabłek odmiany Gala.

I - dojrzałość zbiorcza, II i III - owoce przechowywane 16 i 24 tygodnie.

Fig. 1. Mechanical parameters of superficial apple tissue (Gala cv.).

I - harvest maturity, II and III - 16 and 24 weeks of apple storage

Testy zginania wykonano dla belki miąższu oraz belki miąższu pokrytej skórką dla jej dwóch położań tj.: skórką od strony podpór walcowych a także skórką od strony siły obciążającej, co pozwala na uwzględnienie wpływu skórki na jędrność przypowierzchniowej warstwy tkanki jabłka. Wartości deformacji d_B , energii W_B i siły F_B uszkodzenia otrzymane dla odmiany Gala (Rys. 1) pozwoliły zaobserwować różnice parametrów wytrzymałościowych tylko dla belki ze skórką od strony podpory, co wyraźnie uwidacznia wpływ rozciągania skórki owocu na wytrzymałości badanej próbki. Jednak w zakresie małych odkształceń przy których może wystąpić zgniecenie przypowierzchniowej strefy owocu, zaobserwowano spadek wartości modułu sprężystości belki E_B po przechowywaniu przez 24 tygodnie w wypadku zginanie belki od strony skórki.



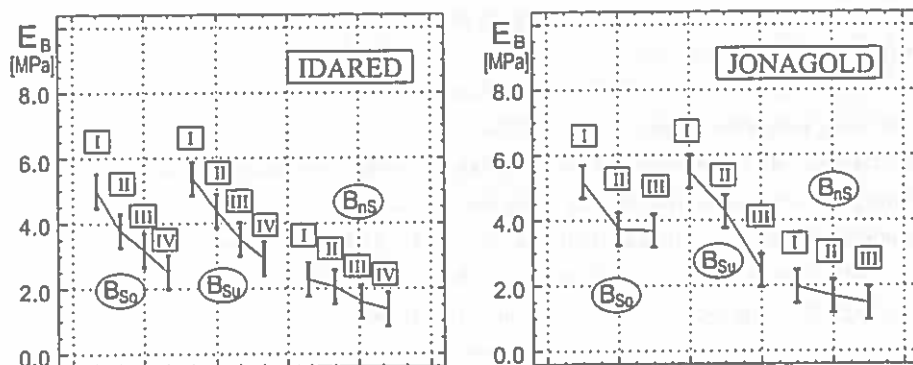
Rys. 2. Moduł sprężystości przypowierzchniowej warstwy tkanki jabłek odmian Gloster i Šampion. I - dojrzałość zbiorcza, II i III - owoce przechowywane 16 i 20 tygodni.

Fig. 2. Elasticity modulus of superficial apple tissue (Gloster and Šampion cv.). I - harvest maturity, II and III - 16 and 20 weeks of apple storage

Jeszcze bardziej uwidacznia się to zjawisko dla jabłek odmiany Gloster, dla których zaobserwowano spadek wartości E_B po 16 tygodniach przechowywania. Podobne zależności zaobserwowano dla przypowierzchniowej warstwy miąższu jabłek odmiany Šampion (Rys. 2).

Wysokiej jędrności miąższu odmiany Idared (Rys. 3) towarzyszyły zmiany wytrzymałości badanej warstwy zaobserwowane w każdym terminie prowadzenia testu, jednak dla belki z samego miąższu nieistotnie statystycznie. Dla jabłek odmiany Jonagold zaobserwowano wyraźny wpływ wytrzymałości skórki na rozciąganie na właściwości mechaniczne przypowierzchniowej warstwy. Stąd też po przechowywaniu wytrzymałość belki na zginanie różniła się w wypadku

położenia skórki od strony podpór prawie dwukrotnie. W tym też położeniu stwierdzono istotne różnice pomiędzy badanymi terminami tj.: po zbiorze, po 16 i 24 tygodniach przechowywania.



Rys. 3. Moduł sprężystości przypowierzchniowej warstwy tkanki jabłek odmian Idared i Jonagold. I - dojrzałość zbiorcza, II, III i IV - owoce przechowywane 16, 20 i 36 tygodni.

Fig. 3. Elasticity modulus of superficial apple tissue (Idared and Jonagold cv.).

I - harvest maturity, II, III, and IV - 16, 20, and 36 weeks of apple storage

WNIOSKI

- Moduł sprężystości wyznaczony podczas zginania belek z mięszu jabłek (bez skórki) nie zmieniał się dla wszystkich stosowanych terminów przechowywania. Jest to kolejny dowód na konieczność oceny jędrności jabłek razem ze skórką, a nie tak jak w dotychczas stosowanych metodach po jej usunięciu.
- Największe zróżnicowanie sprężystości jabłek w różnym stadium dojrzałości stwierdzono przy użyciu testu zginania belki mięszu pokrytego skórką od strony obciążenia. Tego typu przypadek zginania mięszu jabłek pokrytego skórką, gdy skórka "pracuje" na ściskanie występuje podczas wgniatania czy objęcia owocu. Potwierdza to, że jędrność oceniana przy pomocy testu zginania pozwala na oszacowanie podatności owocu na uszkodzenia.
- Metoda zginania wycinka przypowierzchniowej warstwy jabłka w kształcie belki może być użyta do pomiaru jędrności jabłek, pozwalając na pomiar w zakresie siły odpowiadającej dotykowi palców, a moduł sprężystości jest wielkością gwarantującą porównanie jędrności jabłek i ocenę wpływu warunków przechowywania.

PIŚMIENICTWO

1. **Brusewitz G.H., Gartsch J.A.:** Impact parameters related to post harvest bruising of apples. Transactions of the ASAE 32(3); 953-957; 1989.
2. **Chen P.:** Quality evaluation technology of agricultural products. Proc. of ICAME'96, Seoul, Korea, Vol. I, 171-190, 1996.
3. **Dobrzański B, Rybczyński R.:** Bending test for study of mechanical properties of apple tissue. Journal of Food Physics, part 2, 13-15, 1994.
4. **Dobrzański B, jr., Rybczyński R., Gołacki K.:** Quality parameter of storage apple as a firmness. International Agrophysics, 14(2), 149-158, 2000.
5. **Dobrzański B., jr - praca zbiorowa pod red.:** Opracowanie agrofizycznych podstaw ograniczania strat i poprawy cech jakościowych owoców. Projekt Badawczy Zamawiany KBN, Nr PBZ-51-02, Spraw. Mer., IA PAN, Lublin, 1-401, 1997.
6. **Duprat F., Pietri E., Grotte M.G., Studman C.J.:** A multi-purpose firmness tester for fruits and vegetables. Journal of Computers and Electronics in Agriculture, 12, 211-223, 1995.
7. **Fekete A.:** Elasticity: a measure of fruit firmness. ASAE Paper No. 93-6598, Chicago, pp. 1-7, 1993.
8. **Fekete A., Felföldi J.:** Fruit firmness tester. AgEng'94, Milano, Report N. 94-G-060: 1-7, 1994.
9. **Kader, A.A.:** Fruit maturity, ripening, and quality relationships. Acta Horticulture, No 485, 203-208, 1999.
10. **Pócharski, W.J., Konopacka, D.:** The relation between mechanical and sensory parameters of apples. Acta Horticulture, No 485, 309-318, 1999.
11. **Rybczyński R., B. Dobrzański, jr.:** The mechanical properties of apple after storage. Acta Horticulture, No 485, 319-324, 1999.
12. **Rybczyński R., B. Dobrzański, jr.:** Physical properties of apples after harvest. Agricultural Engineering, 32(3), 89-94, 2000.
13. **Shmulevich I., Galili N., Rosenfeld D.:** Firmness testing device based on fruit acoustic response. AgEng Milano, Report N. 94-G-080: 1-9, 1994.
14. **Studman C.J., Boyd L.:** Measurement of firmness in fruit and vegetables. AgEng'94 Milano, 896, Report N. 94-G-066, 1-9, 1994.
15. **Studman C.J.:** Quality in fresh fruit - Meaning, measurement and maintenance. AgEng'94 Milano, 897-898, Report N. 94-G-067, 1-9, 1994.
16. **Szot B., Rybczyński R., Dobrzański B., Stępniewski A.:** Some mechanical properties of skin and under-skin layer of apple. Proceedings of the 4ICPP Agricultural Materials, Rostock, Niemcy, v.2, 834-838, 1989.

THE BENDING TEST FOR MECHANICAL STRENGTH ESTIMATION
OF APPLE TISSUE SUPERFICIAL LAYER

R. Rybczyński, B. Dobrzański, jr

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

Summary: Mechanisation of horticulture production has subjected fruits to situations that often cause mechanical damage, mainly bruising. Apple quality at purchase and consumption is dependent of the mechanical damage absence and decay. In this case, mainly the superficial layer of apple flesh is deformed. So, the authors used to estimated mechanical properties of this tissue the bending test. Verification of this technique was made by used apples of five varieties: Gala, Gloster, Idared, Jonagold and Šampion.

Keywords: apple, damages, mechanical properties, bending test