

WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I OPTYCZNE GRUSZEK JAKO PARAMETRY OCENY ICH DOJRZAŁOŚCI

B. Dobrzański, jr, R. Rybczyński

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

e-mail: bdob@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie: Stopień dojrzałości gruszek odmian „Konferencja” i „Lukasówka” badano określając jędnosć owoców w testach ściskania. Owoce przekluwano za pomocą cylindrycznego penetrometru o średnicy 6 mm, jednak modul sprężystości wyznaczono w zakresie niewielkich odkształceń przed przekłuciem ich skórki. Dojrzałość owoców i stopień wybarwienia skórki określano stosując system $L^*a^*b^*$, który umożliwia rejestrację parametrów chromatyczności i jaskrawości barwy. Kolor każdej z gruszek określano w pięciu położeniach wokół owocu. Zaobserwowano, że stopień dojrzałości związany był z właściwościami mechanicznymi równie ściśle jak z ich wybarwieniem. Parametr chromatyczności a^* był istotnie różny dla bardziej dojrzałych owoców, dla których obserwowano czerwony rumieniec na ich powierzchni. Parametr jaskrawości L^* wskazuje ciemniejszy kolor gruszek odmiany Konferencja, którego wartości są bliskie 45. Gruszki odmiany Lukasówka charakteryzują się jaśniejszą barwą, dla których wartość tego parametru osiąga 60; dla wszystkich badanych klas dojrzałości. Nieznaczny wzrost wybarwienia kolorem czerwonym zaobserwowano dla gruszek odmiany Lukasówka zbieranych w późniejszym terminie. U dojrzałych gruszek nie zaobserwowano zielonego koloru. Wartości parametru b^* dla gruszek odmiany Lukasówka, osiągające wartość 50 świadczą o zdecydowanym wybarwieniu żółtym kolorem gruszek tej odmiany, niezależnie od klasy dojrzałości. Ocena barwy, oprócz badania jędnosć owoców, wykorzystująca parametryczny system $L^*a^*b^*$, może być stosowana jako dodatkowy pomiar ułatwiający określenie stanu dojrzałości gruszek oraz prawidłowego terminu zbioru.

Słowa kluczowe: gruszki, dojrzałość, jędnosć, barwa, system $L^*a^*b^*$

WSTĘP

Gruszki odmian letnich i wczesnojesiennych nie nadają się do dłuższego przechowywania [5], jednak owoce niektórych odmian jesiennych można przechowywać do kilku tygodni, a w chłodni nawet do kilku miesięcy [6,17,18,20,28]. Gruszki w okresie dojrzałości konsumpcyjnej, są znacznie bardziej wrażliwe na transport i mechaniczne sortowanie niż jabłka [1,2,14,30], stąd gruszki muszą być transportowane w odpowiednich opakowaniach oraz w stanie niepełnej dojrzałości. Wiąże się z tym potrzeba określenia stadium dojrzałości, przy którym owoce nie uległyby uszkodzeniu. W praktyce, określenie dojrzałości gruszek oparte jest często o subiektywne odczucia dotykowe oraz wizualną ocenę koloru. Współczesne kryteria jakości wymagają obiektywnych metod pomiaru wielkości fizycznych [3,10,25-27].

Właściwości fizyczne opisujące jakość owoców, obejmują nie tylko właściwości mechaniczne związane z jędrnością owoców [1,4,7,9,15,16,21,23], ale także takie cechy jak wielkości geometryczne (wymiary), kształt, masę oraz właściwości optyczne [8,11-13,19,22,24,29], które związane są z ważną z punktu widzenia konsumentckiego, oceną wybarwienia i dojrzałości. Celem badań było określenie właściwości fizycznych owoców, umożliwiające w obiektywny sposób charakterystykę jakości dla celów oceny konsumpcyjnej, popularnych na polskim rynku gruszek odmian jesiennych (wczesnozimowych); nadających się do dłuższego przechowywania.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na dwóch odmianach gruszki: Lukasówka i Konferencja, których owoce zbierano w dwóch terminach obejmujących pięć klas dojrzałości (kd1+kd5). Właściwości mechaniczne miąższu gruszek oznaczano za pomocą testu penetrometrycznego, wykorzystując maszynę wytrzymałościową Instron model 6022. Wyznaczono siłę przebicia skórki dla penetrometru o średnicy 6 mm, odpowiadającą jej deformację oraz moduł sprężystości w zakresie deformacji sprężystej.

Właściwości optyczne takie jak: wybarwienie, odcień, nasycenie określono dokonując pomiaru współrzędnych chromatyczności i jaskrawości w świetle odbitym D_{65} ; odmianie naturalnego światła dziennego o temperaturze barwy ok. 6500 K, w zakresie kąta widzenia uzupełniającego standardowego obserwatora (10° CIE 1964). Szczegółowo zasadę pomiaru w systemie $L^*a^*b^*$ opisano

we wcześniejszej pracy [Dobrzański i Rybczyński, 12]. W układzie tym L^* oznacza współczynnik jaskrawości; a^* i b^* są współrzędnymi chromatyczności, dla których określono następujące skale wartości pomiaru składowych barwy:

L^* od 0 - czarny do 100 - biały,

a^* od -60 zieleń do 60 czerwień,

b^* od -60 niebieski do 60 żółty.

W badaniach opisu barwy wykorzystano miernik f-my Braive model 6016 oraz sprawdzono równomierność wybarwienia wszystkich badanych owoców w zależności od położenia punktu pomiarowego na owocu. Oznaczano współrzędne jaskrawości L^* i chromatyczności a^* i b^* dla gruszek obu odmian w zależności od położenia wektora pomiarowego co 72° w płaszczyźnie prostopadłej do osi szypułki-kielich czyli wzdłuż największego obwodu owocu.

WYNIKI

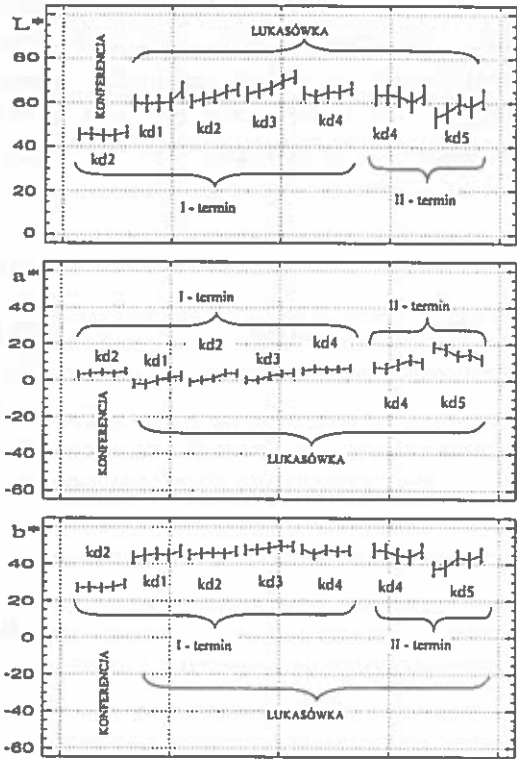
Wyznaczono ważne z punktu widzenia jakości owoców właściwości optyczne takie jak: wybarwienie, odcień, nasycenie w postaci współrzędnych jaskrawości i chromatyczności. Parametry wybarwienia gruszek odmiany Lukasówka dla dwóch klas dojrzałości wskazują na wzrost zawartości barwy żółtej z nieznaczną domieszką czerwieni ($a^* < 12$), co związane jest ze zmianą stanu dojrzałości. Owoce odmiany Lukasówka zbierane w drugim terminie posiadają większy rumieniec który określają wartości sięgające 20 na skali parametru a^* (Rys. 1).

Współczynnik jaskrawości L^* (72°) owoców odmiany Lukasówka w trzeciej klasie dojrzałości kd3, potwierdza jasny kolor oraz najwyższą zawartość barwy żółtej. Najbardziej dojrzałe owoce tej odmiany (dojrzałość kd5), zbierane w drugim terminie są ciemniejsze, o czym świadczy parametr L^* , którego wartości spadają do 53. Również zawartość barwnika żółtego w skórcie gruszek dojrzałych spada poniżej 60, a w klasie dojrzałości kd5 nawet do 40. Na ciemniejszy wygląd owoców tej klasy wpływa wzrost zawartości barwnika czerwonego nadający im lekki rumieniec, którego wartość chromatyczną wskazuje parametr a^* (20). Dla gruszek odmiany Lukasówka zbieranych w drugim terminie zaobserwowano istotne statystycznie różnice barwy czerwonej rumieńca w stosunku do strony przeciwnej owocu. Owoce pozostałych klas dojrzałości wskazują brak tego koloru i na skali parametru a^* przyjmują wartości bliskie zeru. Wybarwienie owoców, a w szczególności parametry chromatyczności a^* i b^* świadczą o jednorodnej barwie owoców klas dojrzałości kd1-kd3.

Ciemniejszą barwę określają parametry chromatyczności i jaskrawości skórki gruszek odmiany Konferencja (Rys. 1), których skórka owoców posiada mniej żółtego koloru. Charakterystyczne dla tej odmiany ordzawienie skórki potwierdzają parametry jaskrawości ($L^* = 46 \div 47$), nadające wrażenie brudnego koloru oraz niższe ($25 \div 27$) wartości parametru b^* , określające niewielką zawartość barwy jasnożółtej. Pomiar współczynników jaskrawości L^* oraz chromatyczności a^* , b^* pozwalają uchwycić niewielkie różnice stadium dojrzałości, a w szczególności za pomocą obiektywnych parametrów dokonać oceny barwy wyróżniającej dojrzałość owoców.

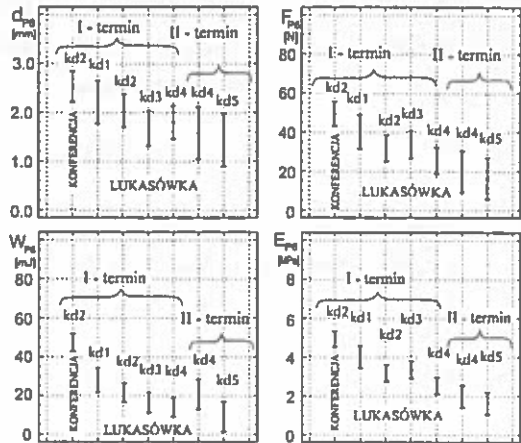
Stopień dojrzałości gruszek wpływa na zróżnicowanie ich właściwości mechanicznych, stąd zastosowano test penetrometryczny używany w sadownictwie do określania jędrności owoców. Rejestrowana siła F_{p6} , przebicia skórki gruszek odmiany Lukasówka, pozwala zaobserwować tendencje spadku tej wielkości wraz ze wzrostem stopnia dojrzałości. Istotne statystyczne różnice dotyczą klasy dojrzałości kd1 owoców najmniej dojrzałych; zbieranych w pierwszym terminie i owoców najbardziej dojrzałych klas kd4 i kd5 zbieranych w drugim terminie.

Deformacja d_{p6} odpowiadająca przebicciu skórki penetrometrem o średnicy 6 mm, nie pozwala zaobserwować różnic statystycznych pomiędzy owocami badanych klas dojrzałości, mimo pewnej tendencji spadkowej badanego parametru. Podobnie, dla tego parametru nie zaobserwowano różnic pomiędzy owocami badanych odmian Konferencja i Lukasówka, których deformacja d_{p6} przebiccia tej samej klasy dojrzałości kd2 nie pozwala wyróżnić żadnej z nich.



Rys. 1. Parametry jaskrawości L^* i chromatyczności a^* , b^* skórki gruszek w różnych stadiach dojrzałości. Fig.1. Brightness L^* and chromaticity a^* , b^* skin parameters of pears at differ stage maturity.

Różnice jędrności rejestrowane podczas przebicia skórki gruszek klasy dojrzałości kd2 opisane parametrem deformacji d_{p6} są widoczne, jednak istotne statystycznie dopiero w przypadku parametrów siły F_{p6} i pracy W_{p6} . Największe różnice jędrności owoców badanych klas dojrzałości obserwowano dla wartości modułu sprężystości E_{p6} , wyznaczonej dla małych odkształceń. Owoce większości klas dojrzałości różnią się wartościami modułu sprężystości, który odzwierciedla w większym stopniu właściwości mechaniczne mięszu, a nie wytrzymałość na przebicie skórki. Badania prowadzone na owocach odmiany Lukasówka zbiranych w II terminie wykazują statystycznie niższe wartości modułu sprężystości E_{p6} mięszu w stosunku do owoców klas dojrzałości (kd1÷kd3) I-go terminu zbioru (Rys. 2). Badane parametry mechaniczne gruszek odmiany Konferencja, przyjmują większe wartości w stosunku do owoców odmiany Lukasówka, wszystkich klas dojrzałości (kd1÷kd5), w większości przypadków istotne statystycznie.



Rys. 2. Parametry mechaniczne gruszek w różnych stadiach dojrzałości.

Fig. 2. The mechanical parameters of pears at different stage of maturity.

WNIOSKI

1. Stopień dojrzałości gruszek wpływa na zróżnicowanie ich mechanicznych właściwości, lecz w większości przypadków różnice są nieistotne. Dopiero badania prowadzone na owocach zbieranych w późniejszym terminie wykazują statystycznie niższe parametry wytrzymałościowe mięszu w stosunku do owoców zbieranych w prawidłowym terminie zbioru, a moduł sprężystości E_{p6} pozwala obserwować zmiany jędrności; będąc spośród badanych parametrów najczulszym wskaźnikiem oceny dojrzałości owoców.
2. Współrzedne chromatyczności i jaskrawości jako parametry obiektywnej oceny wybarwienia gruszek pozwalają określić ważne z punktu widzenia jakości owoców właściwości optyczne takie jak: wybarwienie, odcień i nasycenie.

3. Połączenie wielkości fizycznych obejmujących właściwości optyczne (chromatyczność i jaskrawość) z właściwościami mechanicznymi (moduł sprężystości, wytrzymałość) umożliwia prawidłową ocenę dojrzałości owoców, ich optymalny termin zbioru oraz przydatność do dalszego przechowywania i przetwarzania.

PIŚMIENNICTWO

1. Abbott J.A., Watada A.E., Massie D.R.: Effegi, Magness-Taylor, and Instron fruit pressure testing devices for apples, peaches, and pears. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 101(6); 698-700, 1976.
2. Bellon V., Rabatel G., Guizard C.: Automatic sorting of fruit: sensors for the future. *Food Control*, 49 - 54, 1992.
3. Chen P.: Quality evaluation technology of agricultural products. *Proc. of ICAME'96*, Seoul, Korea, Vol. I, 171-190, 1996.
4. Chen P., Ruiz M., Lu F., Kader A. A.: Study of impact compression damage on Asian pears. *ASAE Paper no. 86-3025*, 30(4), 1193-7, 1986.
5. Chen P.M., Mellenthin W.M.: Effects of harvest on ripening capacity and postharvest life of d'Anjou pears. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 106: 38-42, 1981.
6. Chen P.M., Varga D.M., Facticeau T.J.: Ripening behavior of „Gebhard” strain of Red d'Anjou pears after cold storage as influenced by harvest maturity and ethylene. *6th Int. Symp. on Pear Growing*, Medford, Oregon, 12-14, 1993.
7. Dal Fabro J. M., Murase H., Segerling L. J.: Strain failure of apple, pear and potato tissue. *ASAE Paper no. 80-3048*, San Antonio, 1980.
8. Delwiche M.J., Baumgardner R.A.: Ground color as a peach maturity index. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 110, 53-57, 1985.
9. Dobrzański, jr. B., Rybczyński R.: Właściwości fizyczne gruszek w zależności od stopnia ich dojrzałości. *II Zjazd Naukowy PTA*, 129-131, 2000.
10. Dobrzański, jr. B., Rybczyński R., Gołacki K.: Quality parameter of storage apple as a firmness. *Int. Agrophysics*, 14, 149-157, 2000.
11. Dobrzański, jr. B., Rybczyński R., Dobrzańska A., Wójcik W.: Some physical and nutritional quality parameters of storage apple. *Int. Agrophysics*, 15, 1, 13-18, 2001.
12. Dobrzański, jr. B., Rybczyński R.: Interpretacja fizyczna oceny barwy w zastosowaniu do klasyfikacji jakościowej jablek. *Acta Agrophysica*, 37, 17-27, 2000.
13. Francis F.J.: Quality as influenced by color. *Food Quality and Preference*. 6, 149-155, 1995.
14. Garcia Fernandez J.L., Ruiz-Altisent M., Barreiro P.: Factors influencing apple and pear physical properties and bruise susceptibility. *XII CIGR, AgEng'94*, Milano, 2, (Report N. 94-G-062), 1994.

15. **Golacki K., Obroślak R.:** Wyznaczenie współczynnika Poissona owoców gruszki. I Zjazd Naukowy PTA, 117-119, 1997.
16. **Golacki K., Rybczyński R., Dobrzański B.:** Determination of Poisson's ratio for pears. Abstracts of II-nd Int. Conference on Food Physics, Bucharest, Romania, 1996.
17. **Henze J.:** Storage and after ripening of pears. *Acta Hort.* 398, 159-166, 1995.
18. **Hoehn E., Dätwyler D., Gasser F.:** Maturity indices to predict optimum harvest date for the storage of Conference pears in Switzerland. Proc. of Work. Group on Optimum Harvest Date, Lofthus, Norway, 149-156, 1996.
19. **Ihl M., San Martín A., Bifani V.:** Preliminary report on colour quality measured as chlorophyllase activity in strawberries at different stages of maturity. *Acta Horticulturae*, 181-185, 1999.
20. **Johnson D.S., Luton M.T.:** Maturity indices to predict optimum harvest date for the storage of Conference pears in UK. Proc. of Work. Group on Optimum Harvest Date, Lofthus, Norway, 133-147, 1996.
21. **Kappel F., Fisher-Fleming R., Hogue E.J.:** Ideal pear sensory attributes and fruits characteristics. *HortScience*. 30, 988-993, 1995.
22. **Lancaster J.E.:** Regulation of skin color in apples. *Crit.Rev. Plant Sci.* 10, 487-502, 1992.
23. **Marinos G.:** Texture evaluation of fresh and canned pears by sensory, chemical and rheological characterization, M.S. thesis, Univ. of Georgia, Athens, 1983.
24. **Miller, B. K. Delwiche M. J.:** A color vision system for peach grading. ASAE Paper No. 88-6025, 1988.
25. **Paulus I., Schrevens E.:** A methodology to study the interaction of external features of apples on human quality classification. 5th Int. Symp. on Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering, Davis, California, USA, S2(1):1-6, 1997.
26. **Plocharski W., Konopacka D.:** The relation between mechanical and sensory parameters of apples and pears. *Acta Horticulturae*, 485, 309-317, 1999.
27. **Thomason R. L.:** High speed machine vision inspection for surface flaws, textures and contours. Proc. Vision '86 Conf. Detroit, Michigan. June 3-5. pp. 5.51-5.61, 1986.
28. **Türk R., Eris A., Akbudak B.:** Physiological and biochemical changes occur in pears (cv. „Deveci”) stored at different temperatures. Book of Abstracts of Int. Symp.on Effect of Preharvest and Postharvest Factors on Storage of Fruit, Warsaw, 69, 1997.
29. **Saks Y., Hofman P.J., Meiburg G.F.:** Potential for improvement of mango skin colour during storage. *Acta Horticulturae*, 325-329, 1999.
30. **Sinobas, L. R., Ruiz-Altisent M., de la Plaza Perez J. L.:** Bruise development and fruit response of pear (c.v.'Blanquilla') under impact conditions. *J. Food Engineering*, 14, 289-301, 1991.

MECHANICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF PEARS AS PARAMETERS OF STAGE MATURITY

B. Dobrzański, jr, R. Rybczyński

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27
e-mail: bdob@demeter.ipan.lublin.pl

Summary: Pear fruits cv. Konferencja and Lukasówka, at various ripening stages, were studied under compression and penetration. A cylindrical steel indenter, with a diameter of 6 mm, was squeezed in to the fruit. However, the modulus of elasticity was determined at small strain under the break of skin. On the other hand, for maturity stage estimation the colour of fruits was determined using the $L^*a^*b^*$ system, describing colour with hue, saturation and brightness parameters. The measurements were performed on each apple at five areas around the fruit. It was found that maturity stage was related to the mechanical parameters of fruit as well as the colour. Chromaticity value a^* was differently higher for more mature fruits and red colour on the fruit surface was observed. The brightness index L^* shown intensity of Konferencja pears colour and most fruits were taken range close to 45 points. The pears of Lukasówka cultivar were bright at all stage of maturity, reaching value close to 60. The saturation of red colour, presented as the index of chromaticity a^* , range from 0 to 10 points for pears harvested at earlier term. Only for later harvested Lukasówka pears a slightly red colour was observed. For mature pears the green colour was not observed. The values of index b^* for Lukasówka pears were close to 50 points that proves almost pure yellow colour of fruit skin at all maturity stage. Determination of fruit quality based on $L^*a^*b^*$ system describing colour of fruits as additionally measurement to firmness estimation should be useful for determination of maturity stage and harvest date.

Keywords: pears, maturity, firmness, colour, $L^*a^*b^*$ system