

POMIAR ODPORNOŚCI MECHANICZNEJ OWOCÓW MALINY W TEŚCIE PEŁZANIA

Adam Paweł Kuczyński, Rafał Rybczyński

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

Streszczenie. W pracy opisano stanowisko do określania w warunkach polowych odporności mechanicznej owoców maliny. Pomiary wykonuje się w szklanym cylindrze o średnicy 95 mm na 100 owocach obciążonych tłokiem o ciężarze 5 N. Przenośny, cyfrowy rejestrator gromadzi wyniki opisujące procesy pełzania – czas i przemieszczenie. Wykonano testy aparatury i badania metodyczne na owocach maliny o zróżnicowanej dojrzałości. Stwierdzono, że pomiar można wykonać w ciągu około 10 sekund i umożliwi on porównywanie szybkości odkształcania i szybkości zmian gęstości objętościowej warstwy malin. Przydatność metody potwierdzono w warunkach obciążeń do 7 kPa, a wyniki ocen można ekstrapolować do 20 minut.

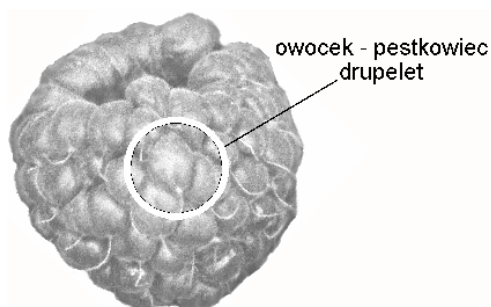
Słowa kluczowe: owoce maliny, odporność mechaniczna, test pełzania, aparatura

WSTĘP

Owoce maliny mają niewielką odporność tkanek i dużą zawartości wody. Wiele czynników wpływa na obniżenie trwałości owoców maliny [5,6,13,16]. Do najważniejszych zalicza się gnicie w trakcie okresu zbioru i po zbiorze w opakowaniach [6,7,10]. Wczesne obserwacje owoców na plantacji wykazują jedynie spadek jędrności oraz zmianę barwy (ciemnienie) [5,15].

Wysokość plonu owoców z poszczególnych odmian zależy w znacznym stopniu od przebiegu pogody, niskich temperatur w zimie, suszy w okresie wiosennym i wczesnoletnim, a także od wieku plantacji [16]. Nasilenie się niekorzystnych czynników na plantacji powoduje nie tylko straty ilościowe, ale głównie są to ogromne straty jakościowe i zlepianie się surowca. Stąd wynika potrzeba nie tylko określania naturalnej odporności owoców różnych odmian lecz również odporności w różnych terminach zbioru i czynników ją kształtujących.

Optymalny aromat, jędrność, wielkość i kolor owoców można uzyskać zbierając z plantacji owoce w odpowiednim stadium dojrzałości, a więc przede wszystkim zbierając je wielokrotnie. Jędrność uważana jest tu za dobry wskaźnik odpowiedniej jakości zrywanych malin. Wskazuje na przydatność owoców do zbioru – transportu, konsumpcji lub do mrożenia, a także ocenia skłonność lub stan zainfekowania owoców chorobami grzybowymi [5,7,10,11,14].



Rys. 1. Owoc maliny złożony (zbiorowy) składający się z owoców – pestkowców

Fig. 1. Red raspberry fruit as composite fruit of drupelets

Wysoka ocena owoców malin konsumpcyjnych związana jest głównie z przeciętną wielkością owoców, wyznaczaną w różny sposób i z ich charakterystykami mechanicznymi, a także z atrakcyjną czerwoną barwą [2,3,11,14,15]. Opisano wiele metod pomiaru właściwości mechanicznych owoców maliny. Jedna grupa metod koncentruje się na wyznaczaniu siły zrośnięcia pestkowców (rys. 1) lub odporności mechanicznej pestkowców i całego owocu zbiorowego [1-3,12,14]. Druga grupa bada owoce w większych ilościach

i jest bardziej praktyczna w ocenie ich przydatności do zbioru [2,4,5,8,9,14].

W warunkach polowych jędrność owoców maliny bada się najprostszymi metodami, które są bardzo czasochłonne lub nie są wystarczająco dokładne. Wielu badaczy wykorzystywało metodę opisaną przez Eisenhuth'a [4]. Autorzy pracy we wcześniejszych badaniach zmodyfikowali tę metodę [8]. Zaproponowali odkształcenie względne obciążonej próbki malin obliczone po czasie 45 minut. Parametr dobrze scharakteryzował odporność mechaniczną owoców zbadanych odmian. Metoda nie umożliwia dokładnego pomiaru odkształcenia na początku testu, wprost po obciążeniu owoców, a z powodu czasochłonności, także na większą liczbę pomiarów w okresie zbioru malin.

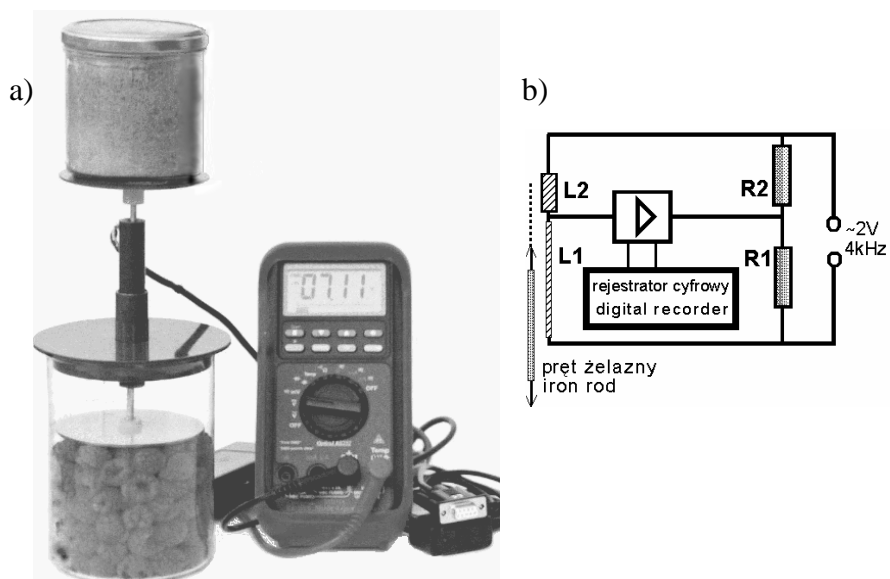
Celem pracy było usprawnienie aparatury i metody pomiarowej – wykonanie skomputeryzowanego stanowiska pomiarowego i przetestowanie go dla ciągłego pomiaru odkształcenia i czasu, dla próbek owoców maliny poddanych jednoosiowemu stałemu obciążeniu.

MATERIAŁ I METODY

Testy przeprowadzono na owocach maliny odmiany Veten z plantacji doświadczalnej Akademii Rolniczej w Lublinie. Według metody opartej o stopień wybarwienia, opracowanej przez Robbinsa i Sjulina [12] zbierane owoce

dzielono na trzy klasy dojrzałości: I – powierzchnia owoców w 25-75% pozostaje zielona, II – 100% powierzchni owoców ma barwę żółto-czerwoną do czerwonej, III – 100% powierzchni owoców o barwie czerwonej i ciemno czerwonej lecz bez owoców przejrzalnych. Dla przemysłowej odmiany Veten ocena wybarwienia, konieczna w metodzie Robbinsa i Sjulina, była dość pracochłonna, lecz w pełni wykonalna. Po sto sztuk owoców umieszczano w cylindrycznych szklanych naczyniach (o średnicy 100 mm) i ważono owoce.

Użyto stanowiska własnej konstrukcji, które opracowano na podstawie wcześniejszych badań (rys. 2a). Próbkę owoców w naczyniach obciążano za pomocą tłoka, o średnicy 96 mm, siłą 5 N. Do ciągłego pomiaru przemieszczania tłoka wykorzystano indukcyjny, liniowy czujnik przemieszczeń o zakresie pomiarowym od 0 do 80 mm i dokładności $\pm 0,025$ mm.



Rys. 2. Stanowisko pomiarowe z rejestracją cyfrową – a) i schemat systemu pomiarowego; L_1 , L_2 – opory indukcyjne; R_1 , R_2 – opory omowe – b)

Fig. 2. Measurement equipment with digital recorder – a) and diagram of the measurement set; L_1 , L_2 – inductive resistance, R_1 , R_2 – ohm resistance – b)

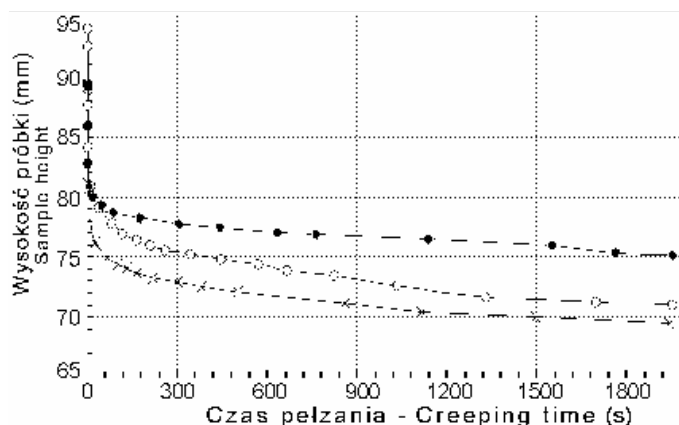
Czujnik działa na zasadzie transformatora różnicowego zbudowanego z dwóch cewek i ruchomego rdzenia żelaznego. Zasilany jest w układzie mostkowym prądem zmiennym o napięciu 2 V i częstotliwości 4 kHz. (rys. 2 b). Sygnał napięcia z przekątnej mostka, wzmacniony dziesięciokrotnie, trafia do przenośnego rejestratora cyfrowego gdzie zapamiętany jest krokiem co 0,2 sekundy. Zapamiętane w rejestratorze serie pomiarów (napięcia i czasy) poprzez łącze szeregowo przemie-

siono do komputera stacjonarnego w formie arkusza kalkulacyjnego. W testach aparatury, każdorazowy proces pełzania poprzedzono kontrolą stabilności wyskalowania przyrządu używając do tego trzech aluminiowych wzorców wysokości próbki.

Napisany program wyliczał wysokość warstwy owoców w cylindrze i prezentował wykres zależności; wysokość słupa malin od czasu obciążania. Skomputeryzowane stanowisko poddano testom wykorzystując próbki owoców maliny o zróżnicowanej dojrzałości i odporności mechanicznej.

WYNIKI

Pełzanie przebiegało z zachowaniem właściwych dla testów ściskania proporcji; wysokości (w zakresie od 95 mm do 65 mm) do przekroju próbki (średnica 95 mm). Owoce zachowały swoją trwałość przez czas pomiaru, 30 minut pozostając pod wpływem naprężenia około 7 kPa. Wyniki przedstawiono na rysunku 3.

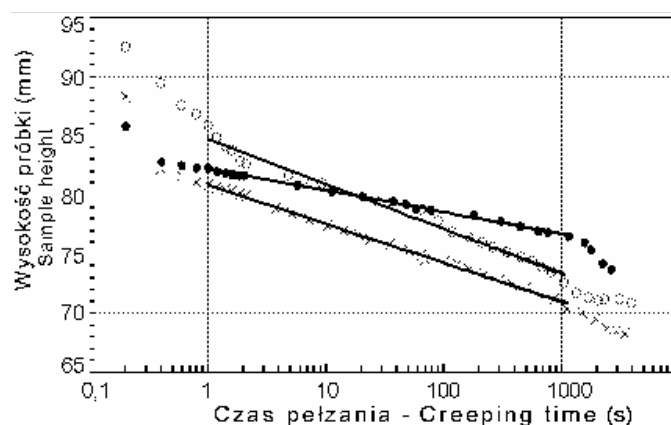


Rys. 3. Wysokość próbki owoców maliny podczas testu pełzania; • – I klasa dojrzałości, ○ – II klasa dojrzałości, × – III klasa dojrzałości

Fig. 3. Sample height of raspberries during creeping test; • – maturity class I, ○ – maturity class II, × – maturity class III

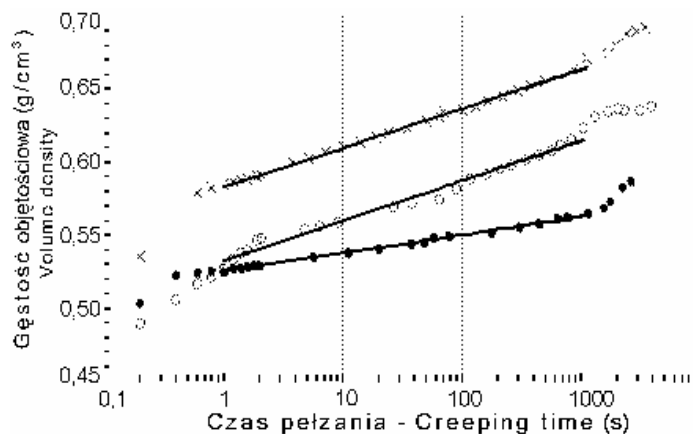
Wyznaczono zależności; przemieszczenie od logarytmu czasu (rys. 4). Po okresie wstępnego zagęszczania się próbek z owoców maliny, występującym z powodu niejednorodności owoców i nierównomierności ich upakowania w naczyniach, zależność staje się liniową. Zaobserwowano to już po około 1 do 2 sekundach. Zależność pozostaje liniową aż do około 20 minut. Po tym czasie zaobserwowano pojawianie się zmian destrukcyjnych u niektórych owoców, o czym świadczył wyciek soku na ścianki naczynia.

Wpływ klasy dojrzałości na wysokość warstwy owoców maliny poddanej pełzaniu nie jest jednoznaczny w początkowej fazie. Jednoznaczny wpływ dojrzałości zaobserwowano dopiero po około 30-60 sekundach (rys. 4). Stwierdzono, że celowe jest interpolowanie funkcją liniową pomiarów odkształcenia już po około 2 sekundach (aż do 20 minut), aby dokładnie zmierzyć szybkość odkształcania owoców pod obciążeniem.



Rys. 4. Zależność wysokości próbki owoców maliny od logarytmu czasu pełzania; • – I klasa dojrzałości, ○ – II klasa dojrzałości, × – III klasa dojrzałości.

Fig. 4. Dependence of sample height of raspberries on logarithm of time during creeping; • – maturity class I, ○ – maturity class II, × – maturity class III



Rys. 5. Zależność gęstości objętościowej owoców maliny odmiany Veten od logarytmu czasu pełzania; • – I klasa dojrzałości, ○ – II klasa dojrzałości, × – III klasa dojrzałości.

Fig. 5. Dependence of volume density of raspberries on logarithm of time during creeping; • – maturity class I, ○ – maturity class II, × – maturity class III

Zmiany gęstości objętościowej malin dla trzech klas dojrzałości w teście pełzania przedstawia rysunek 5. Różnice gęstości objętościowej przygotowanych próbek z owoców maliny w różnym stadium dojrzałości zaobserwowano już po 1 sekundzie trwania testu pełzania zaś po około 10 sekundach uzyskano dokładne wyniki. Umożliwiają one obliczenie szybkości zmian gęstości objętościowej pod obciążeniem i ekstrapolowanie pomiarów do około 20 minut. Tylko w przypadku owoców w pierwszej klasie dojrzałości, zależność liniowa gęstości objętościowej od logarytmu czasu, jednoznacznie wskazała na mniejszą szybkość procesu pełzania w porównaniu z dwoma klasami o zaawansowanej dojrzałości.

WNIOSKI

1. Nowe, skomputeryzowane stanowisko umożliwia wyznaczenie w teście pełzania owoców maliny następujących wielkości: wysokości i gęstości objętościowej usypnej, gęstości objętościowej próbki i całkowitego odkształcenia pod obciążeniem, szybkości odkształcania, szybkości zmiany gęstości objętościowej pod obciążeniem.

2. Wyniki testów na próbkach maliny odmiany Veten, na owocach o zróżnicowanej dojrzałości wskazują na przydatność aparatury i metody do praktycznych ocen porównawczych w warunkach badań polowych.

3. Pomiary mają dużą dokładność, a ich prostota umożliwia wykonanie wielu testów na plantacji w okresie zbioru malin.

PIŚMIENNICTWO

1. **Barritt B.H., Torre L.C., Pepin H.S., Daubeny H.A.:** Fruit firmness measurement in red raspberry. Hort. Sci., 15(1), 38-39, 1980.
2. **Dobrzański B., Rybczyński R., Wieniarska J.:** Methods for determining mechanical properties of raspberry. AgEng' 94, Milano, Italy, report N. 94-G-070, 1-6. 1994.
3. **Dobrzański B., Rybczyński R.:** Mechanical behaviour of raspberry fruit at different ripeness stage. Proceedings of IAMC, Beijing, China, 2, 26-31, 1995.
4. **Eisenhuth F.:** Qualitätsermittlungen an Erdbeersorten auf schwerem Boden am Rande des Harzer Regenschattengebietes. Archiv f. Gartenbau, 5, 467-503, 1957.
5. **Haffner K., Rosenfeld J.H., Skrede G., Wang L.:** Quality of red raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmospheres. Postharvest Biology and Technology, 24, 279-289, 2002.
6. **Heiberg N.:** Fresh fruit quality evaluation for red raspberry. Norwegian Journal of Agricultural Sciences. 2(2):73-78. 1988.
7. **Jennings D.L., Carmichael E.:** Resistance to grey mold (*Botrytis cinerea* Fr.) in red raspberry fruits. Hort. Res., 14, 109-115, 1975.
8. **Kuczyński A., Rybczyński R.:** Assessment of the mechanical resistance of raspberries to constant uniaxial loading. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 399, 125-128, 1993.

9. **Kuczyński A., Szukiewicz Z., Rybczyński R., Wieniarska J.:** A spectrophotometric method for the assessment of the mechanical strength of raspberry fruits. *Int. Agrophysics*, 8, 427-430, 1994.
10. **Perkins-Veazie P.M., Nonnecke G.R.:** Physiological changes during ripening of raspberry fruit. *Hort. Sci.*, 27, 331-333, 1992.
11. **Ramsay A.M.:** Mechanical harvesting of raspberries - A review with particular reference to engineering development in Scotland. *J. Agric. Engang Res.*, 28, 183-206, 1983.
12. **Robbins J.A., Sjulín T.M.:** A comparison of two methods for measurement of fruit strength in red raspberry. *Hort. Sci.*, 21(4), 1054-1055, 1986.
13. **Robbins J.A., Sjulín T.M.:** Postharvest storage characteristics and respiration rates in five cultivars of red raspberry. *Hort. Sci.*, 24, 980-982, 1989.
14. **Rybczyński R., Dobrzański jr., B., Wieniarska J.:** Właściwości mechaniczne owoców maliny. *Acta Agrophysica* 45, 167-175, 2001.
15. **Sjulín T.M., Robbins J.A.:** Effects of maturity, harvest date, and storage time on post-harvest quality of red raspberry fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112, 3, 481-487, 1987.
16. **Wieniarska J.:** Niektóre cechy biologiczne i produkcyjne owocujących pędów dziesięciu odmian maliny (*Rubus Idaeus* L.O.). Rozprawa habilitacyjna, Wyd. AR Lublin, 1992.

THE MECHANICAL RESISTANCE MEASUREMENT OF RASPBERRY FRUIT IN CREEPING TEST

Adam Paweł Kuczyński, Rafał Rybczyński

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

Abstract. The paper presents measurement equipment for field testing of the mechanical resistance of raspberry fruit in mass to uniaxle static loading. The measurements were executed in a glass cylinder with a diameter of about 95 mm, on 100 fruit loaded with a piston of the weight of 5 N. The portable digital recorder stores the results describing the processes of creep time and dislocation. The tests of apparatus and methodological investigations were executed on raspberry fruit of different maturity stages. It was found that measurements can be executed within about 10 seconds and that they permit comparison of the speed of deformation and speed of change of the volumetric density of a layer of raspberries. The suitability of this method was confirmed for pressure range up to 7kPa and the results obtained can be extrapolated up to the range of 20 minutes.

Keywords: raspberry, mechanical resistance, creeping test, apparatus