

Kamil WILCZYŃSKI¹⁾, Zbigniew KOBUS¹⁾, Anna KRAWCZUK²⁾, Rafał NADULSKI¹⁾¹⁾ Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych,²⁾ Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wpływ obróbki wstępnej miazgi na napięcie powierzchniowe soków jabłkowych

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badania wpływu obróbki wstępnej na napięcie powierzchniowe soków jabłkowych. Surowcem były trzy odmiany jabłek: Idared, Golden Delicious, Red Delicious. Owoce umyte i po rozdrobnieniu tłoczono na świeżo, upłynniano enzymatycznie w temperaturze 20°C i 45°C, mrożono i rozmrażano a następnie wytłoczono w koszowej prasie laboratoryjnej. Pomiaru napięcia powierzchniowego dokonywano metodą wiszącej kropli. Pomiaru przeprowadzono w 10 powtórzeniach. Wyniki badań poddano analizie wariancji ANOVA oraz zbadano istotność różnic wykorzystując test Tukey'a. Badania wykazały, że obróbka wstępna i odmiana jabłek wpływa na napięcie powierzchniowe soków. Najwyższą wartością napięcia powierzchniowego charakteryzowały się soki otrzymywane bezpośrednio po rozdrobnieniu miazgi dla odmiany Idared, zaś najniższą wartość uzyskały soki po zastosowaniu obróbki enzymatycznej dla odmiany Golden Delicious.

Słowa kluczowe: napięcie powierzchniowe, sok jabłkowy, obróbka wstępna, osiowosymetryczna analiza kształtu kropli

The effect of pulp pretreatment on the surface tension of apple juices

Summary

The paper presents results of the effect of pretreatment on the surface tension of apple juices. The study included three varieties of apples: Idared, Golden Delicious, Red Delicious. The fruits were washed and after crushing freshly pressed. Then the pulp was enzymatically liquefied at 20 and 45°C, frozen and thawed and extruded at laboratory basket press. The surface tension was measured using the pendent drop method. The measurements were carried out at 10 replicates. The results were statistically analysed by analysis of variance using the Tukey's test to evaluate the significance of differences. The investigation showed that pretreatment and apple variety have an influence on juice surface tension. The highest value of surface tension had juices after crushing of the pulp for Idared variety. The lowest value was obtained for juice enzymatic pretreatment for Golden Delicious variety.

Key words: surface tension, apple juice, pretreatment, axisymmetric drop shape analysis

Wprowadzenie

W Polsce i na świecie odnotowuje się wzrost produkcji jabłek, lecz spożycie ich jest nadal na niskim poziomie. Głównymi przyczynami takiego stanu jest m.in. konkurencyjność owoców południowych, nadmiar jabłek słabej jakości oraz brak promocji ich spożywania (Makosz, 2013). Obecnie obserwuje się rosnący trend w kierunku soków naturalnych o niskim stopniu przetworzenia. Lubelszczyzna jest potentatem w uprawie owoców i wraz z trzema województwami (mazowieckim, świętokrzyskim i łódzkim) wytwarza łącznie ok. 85% jabłek w skali kraju (GUS, 2015).

Jabłka są bogatym źródłem substancji odżywczych i dobrze znoszą nowoczesne warunki przechowywania w kontrolowanej atmosferze ochronnej, pozwalając na zachowanie wysokich walorów jakościowych (Gasik i in., 2012). Problematyka utrwalania otrzymywanych soków owocowych dotyczy minimalizacji wpływu parametrów obróbki wstępnej oraz warunków prowadzonego procesu na ich właściwości fizyczne oraz wartość odżywczą (Zadernowski i Oszmiański, 1994).

Do najczęściej stosowanych zabiegów obróbki wstępnej owoców przed tłoczeniem należy obróbka mechaniczna, termiczna i enzymatyczna. Rozdrabnianie ma na celu zniszczenie struktury komórkowej, zmniejszenie wymiarów cząstek oraz zwiększenie otrzymanej powierzchni umożliwiając łatwiejsze wydobycie soku z miazgi (Strzałkowska i in., 2011). Zarówno obróbka termiczna, jak i zamrażanie prowadzi do destruktywnego wpływu na strukturę zamrażanych tkanek. W zależności od szybkości obniżania temperatury w wyniku wymrażania kryształków wody dochodzi do rozrywania błon komórkowych, rozdzielania komórek, wzrostu ciśnienia osmotycznego płynów wewnątrzkomórkowych, a w wyniku tego zwiększenia otrzymanej frakcji ciekłej (Pijanowski i in., 2004). Nadulski i in. (2012) wykazali znaczący wpływ procesu zamrażania i rozmrażania na ilość wydobytej frakcji ciekłej z miazgi podczas tłoczenia soku z buraka ćwikłowego. Stosowanie obróbki enzymatycznej jest powszechnie stosowaną metodą pozwalającą na rozkład zawartych w jabłkach pektyn oraz częściowe niszczenie ścian komórkowych. Dzięki zmniejszeniu lepkości i napięcia powierzchniowego spowodowa-

nego rozkładem rozpuszczalnych pektyn uzyskuje się zwiększone wydobycie soku (Oszmiański, 2002). Proces ten powoduje także ogólną poprawę jakości soku, lecz skutkuje spadkiem zawartości polifenoli (Cliff i in., 1991) oraz wzrostem zawartości kwasów i garbników.

Napięcie powierzchniowe jest miarą oddziaływań międzycząsteczkowych. Ma ono istotny wpływ na procesy katalizy, adsorpcji, destylacji oraz ekstrakcji (Singh, 2011).

Do wyznaczania napięcia powierzchniowego stosuje się wiele metod, wśród których należy wymienić: metodę kapilarną, metodę pęcherzykową, metodę stalagmometryczną, metodę tensometryczną oraz metody oparte na analizie wiszącej lub leżącej kropli. Te ostatnie są najbardziej dokładne i najczęściej stosowane. Podstawowymi założeniami w metodach opartych na analizie kształtu kropli, znanych również pod nazwą osiowosymetrycznej analizy kształtu kropli (ADSA) są: brak ruchu kropli w trakcie pomiaru oraz symetria kropli względem osi pionowej. Pomiar polega na dopasowaniu profilu kształtu kropli otrzymanego z obrazu doświadczalnego do teoretycznej krzywej Laplace'a o znanych wartościach napięcia powierzchniowego, przy użyciu procedury optymalizacji nieliniowej. Procedura ta minimalizuje funkcję celu i dopasowuje odpowiadającą wartość napięcia powierzchniowego pomiędzy profilem teoretycznym i doświadczalnym (Kalantarian i in., 2013; Hoorfar i Neumann, 2006). Znajomość napięcia powierzchniowego soków może być miarą obecności rozpuszczalnych związków pektynowych, ponieważ substancje te obniżają napięcie powierzchniowe wody.

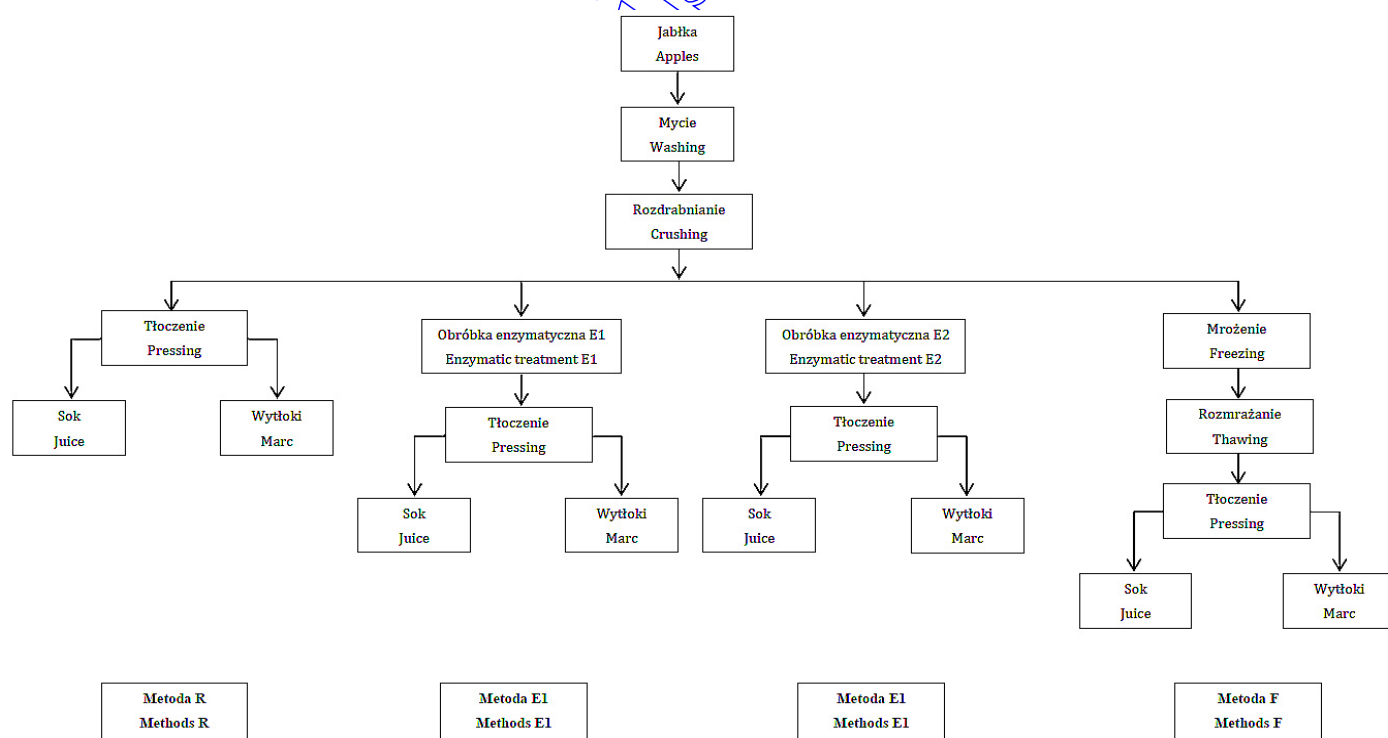
Analiza obecnego stanu wiedzy wskazuje, na brak informacji dotyczących wpływu odmiany i obróbki wstępnej miazgi na napięcie powierzchniowe soków jabłkowych.

Cel badań

Celem pracy było określenie wpływu odmiany i rodzaju obróbki wstępnej miazgi jabłkowej na napięcie powierzchniowe otrzymanych soków.

Materiał i metoda

Badania przeprowadzono na trzech odmianach jabłek: Idared, Golden Delicious i Red Delicious pochodzących ze zbiorów z 2014 roku. Jabłka zostały zakupione z chłodni gdzie były przechowywane w kontrolowanej atmosferze ochronnej w temperaturze 2 – 4°C przez okres czterech miesięcy. Surowiec po umyciu został rozdrobniony przy użyciu maszyny rozdrabniającej MKJ250 produkcji Spomasz z wykorzystaniem standardowej tarczy rozdrabniającej z otworkami o średnicy 8 mm. Prędkość obrotowa tarczy wynosiła 170 obr·min⁻¹. Następnie surowiec tłoczono na koszowej prasie laboratoryjnej przy użyciu siły obciążającej wynoszącej 40±1 kN. Każdy pomiar wykonano w trzech powtórzeniach. Część miazgi została poddana tłoczeniu bezpośrednio po rozdrobnieniu (metoda R), druga część miazgi dodatkowo przed tłoczeniem została poddana obróbce cieplnej polegającej na jej zamrożeniu w temperaturze -18°C w standardowej zamrażarce, następnie rozmrożeniu i doprowadzeniu do temperatury otoczenia (metoda F). Kolejnymi wariantami obróbki wstępnej było poddanie miazgi działaniu preparatu enzymatycznego Pektoenzym (Biowin sp. z o.o., Łódź, Polska) w dawce 0,2 ml na 1 kg miazgi w czasie czterech godzin w temperaturze 25°C (metoda E1) i w temperaturze 45°C (metoda E2). Po zakończeniu obróbki enzymatycznej nie inaktywowano dodanego enzymu. Poniżej zamieszczono schemat blokowy metodyki procesu.



Rys. 1. Schemat blokowy metodyki procesu

Fig. 1. Diagram of the process methodology

Napięcie powierzchniowe soku mierzono za pomocą metody wiszącej kropli. Pomiary wykonano w temperaturze 20°C. Stanowisko badawcze do pomiaru napięcia powierzchniowego przedstawiono na rysunku 2. Pomiar napięcia powierzchniowego przeprowadzono w 10 powtórzeniach.

Wykonano analizę wariancji ANOVA oraz zbadano istotność różnic wykorzystując test Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Wartości oznaczone na wykresach tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ($p < 0,05$).



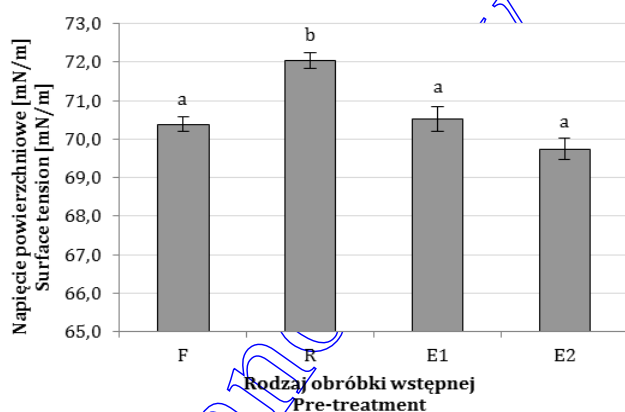
Rys. 2. Stanowisko badawcze

Fig. 2. Test stand

Wyniki badań

Wśród substancji wchodzących w skład soków owocowych, część z nich należy do tzw. związków powierzchniowoczących, czyli obniżających napięcie powierzchniowe. Oznaczanie zatem napięcia powierzchniowego może być miarą zawartości tych związków w sokach.

Wpływ odmiany i rodzaju obróbki wstępnej na wartość napięcia powierzchniowego soków jabłkowych pokazano na rysunkach 3÷5.



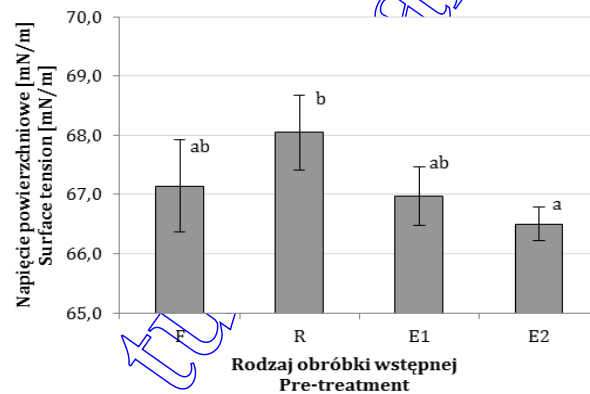
Rys. 3. Wartość napięcia powierzchniowego w zależności od zastosowanej obróbki wstępnej dla odmiany Idared

Fig. 3. The value of surface tension depending on the applied pretreatment for Idared variety

W przypadku soków z jabłek odmiany Idared stwierdzono, że rodzaj zastosowanej obróbki wstępnej istotnie wpłynął na wielkość napięcia powierzchniowego. Największą wartość napięcia powierzchniowego zaobserwowano dla soku uzyskanego z owoców tłoczonych bezpośrednio po roz-

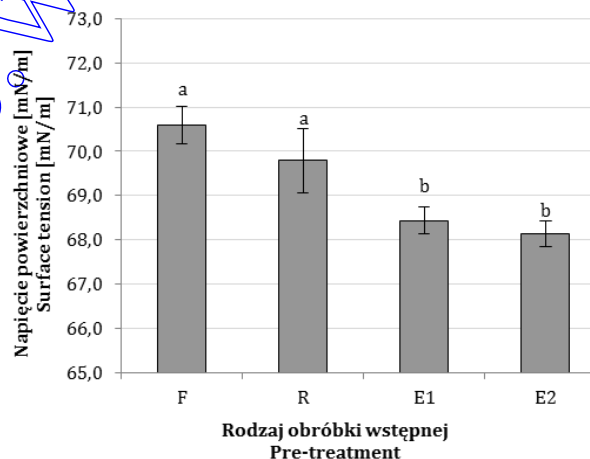
drabnianiu (metoda R), zaś najmniejszą dla soków uzyskanych z miazgi poddanych obróbce enzymatycznej w temperaturze 45°C (metoda E2). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy sokami uzyskanymi w wyniku zamrażania i obu rodzajów obróbki enzymatycznej miazgi.

Soki otrzymane z odmiany Golden Delicious charakteryzowały się mniejszą wartością napięcia powierzchniowego w porównaniu z odmianą Idared. W tym przypadku również stwierdzono zmiany wartości napięcia powierzchniowego pod wpływem zastosowanej obróbki wstępnej miazgi.



Rys. 4. Wartość napięcia powierzchniowego w zależności od zastosowanej obróbki wstępnej dla odmiany Golden Delicious

Fig. 4. The value of surface tension depending on the applied pretreatment for Golden Delicious



Rys. 5. Wartość napięcia powierzchniowego w zależności od zastosowanej obróbki wstępnej dla odmiany Red Delicious

Fig. 5. The value of surface tension depending on the applied pretreatment for Red Delicious

Istotne statystycznie różnice zaobserwowano w przypadku soku otrzymanego bezpośrednio z rozdrobnionej miazgi i soku otrzymanego z miazgi po obróbce enzymatycznej w temperaturze 45°C. W pozostałych przypadkach różnice pomiędzy metodami obróbki miazgi były nieistotne.

Wartość napięcia powierzchniowego soków otrzymanych z odmiany Red Delicious leży pomiędzy wartościami otrzymanymi dla odmian Idared i Golden Delicious. W tym przypadku zaobserwowano statystycznie istotny wpływ obu rodzajów obróbek enzymatycznych miazgi. Nie stwierdzono natomiast istotnych statystycznie różnic pomiędzy sokiem otrzymanym bezpośrednio z rozdrobnionych owoców, a sokiem uzyskanym z miazgi poddanej procesowi zamrażania.

Wartość napięcia powierzchniowego wszystkich otrzymanych soków była niższa niż wartość napięcia powierzchniowego wody, które w temperaturze 20°C wynosi 72,73 mN/m. Uzyskane wyniki potwierdzają obecność związków powierzchniowo czynnych w sokach oraz świadczą o zwiększonej intensywności ekstrakcji tych substancji z jabłek pod wpływem zastosowania obróbek wstępnych miążgi.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych wyników badań stwierdzono, że:

1. Odmiana jabłek wpływa na wartość napięcia powierzchniowego soku. Najwyższą wartość napięcia powierzchniowego stwierdzono dla soku z odmiany Idared, zaś najniższą dla odmiany Golden Delicious.
2. Zamrażanie miążgi w przypadku odmiany Idared wpłynęło na wartość napięcia powierzchniowego. Dla pozostałych odmian zamrażanie miążgi nie wpłynęło istotnie statystycznie na wartość napięcia powierzchniowego
3. Dla wszystkich odmian obróbka enzymatyczna miała istotny statystycznie wpływ na wartość napięcia powierzchniowego. Dla każdej z odmian stwierdzono spadek wartości napięcia powierzchniowego

Bibliografia

- Cliff, M., Dever, M.C., Gayton, R. (1991). Juice extraction process and apple cultivar influences on juice properties. *Journal of Food Science*, 56, 1614-1627.
- Gasik, A, Mitek, M, Ginalski, Z, Krysztoforski, M.A., Lesisz J.T., Sałata, B., Sazońska B., Śliwa A. (2012). *Przetwórstwo owoców na poziomie gospodarstwa*. Radom: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, ISBN 978-83-60185-98-8.
- Główny Urząd Statystyczny, Departament Rolnictwa (2015). *Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2014 r.* Warszawa, ISSN1509-7099.
- Hoorfar, M., Neumann, W.A. (2006). Recent progress in Axisymmetric Drop Shape Analysis (ADSA). *Advances in Colloid and Interface Science*, 121, 25-49. [DOI:10.1016/j.cis.2006.06.001](https://doi.org/10.1016/j.cis.2006.06.001).
- Kalantarian, A., Saad, S.M.I., Neumann, A.W. (2013). Accuracy of surface tension measurement from drop shapes: The role of image analysis. *Advances in Colloid and Interface Science*, 199-200, 15-22. [DOI:10.1016/j.cis.2013.07.004](https://doi.org/10.1016/j.cis.2013.07.004).
- Makosz, E. (2013). Wczoraj, dziś i jutro polskiego jabłka. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 11, 3-4.

- Nadulski, R., Zawislak, K., Strzałkowska, K., Piekarski, D., Starrek, A. (2012). The influence of thermal processing on the course of pressing juice from beetroot. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*, 12(1), 163-167.
- Oszmiański, J. (2002). *Technologia i analiza produktów z owoców i warzyw*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Wrocław.
- Pijanowski, E. (2004). *Ogólna technologia żywności*. WNT, Warszawa.
- Singh, M.P., Singh, R.K. (2011). Correlation between ultrasonic velocity, surface tension, density and viscosity of ionic liquids. *Fluid Phase Equilibria*, 304, 1-6. [DOI:10.1016/j.fluid.2011.01.029](https://doi.org/10.1016/j.fluid.2011.01.029).
- Strzałkowska, K., Nadulski, R., Wróblewska-Barwińska, K. (2011). Efektywność pozyskiwania soku z warzyw kogreniowych w zależności od stopnia rozdrobnienia miążgi i prędkości tłoczenia. *Acta Scientiarum Polonorum, Technica Agraria*, 10(3-4), 27-33.
- Zadernowski, R., Oszmiański, J. (1994). *Wybrane zagadnienia z przetwórstwa owoców i warzyw*. Wydawnictwo ART, Olsztyn. ISBN: 8386497009.

Kamil Wilczyński
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: kamilwilczynski100@wp.pl