

WPŁYW WSTĘPNEJ OBRÓBKI MIAZGI JABŁEK NA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE I EKSTRAKT OTRZYMYWANYCH SOKÓW

Kamil Wilczyński, Zbigniew Kobus, Rafał Nadulski

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Celem badań było określenie reologicznych właściwości soku oraz zawartości ekstraktu w soku jabłkowym. Do badań wykorzystano dwie odmiany jabłek: Idared i Golden Delicious. Pomiary wykonano przy użyciu reometru firmy Brookfield Engineering Laboratories: model LVDV-II + PRO, stosując szybkości obrotowe wrzeciona w zakresie od 20 do 90 obr/min, ze skokiem 10 obr/min. Temperatura w czasie badań wynosiła 21°C. Dodatkowo określono zawartość ekstraktu w soku. Na podstawie otrzymanych wyników wnioskuje się, że obróbka miazgi polegająca na jej zamrażaniu i rozmrażaniu wpływa na charakter reologiczny obu analizowanych odmian jabłek. Z kolei zastosowanie enzymatycznego upłynniania miazgi nie wpływa na charakter reologiczny otrzymanych soków.

Słowa kluczowe: lepkość, sok jabłkowy, obróbka wstępna, właściwości reologiczne

WSTĘP

W technologii produkcji soków owocowych ważną rolę odgrywają ich właściwości reologiczne. Znajomość reologicznych charakterystyk płynów jest niezbędna przy analizie warunków ich przepływu, jak również przy wyznaczaniu zapotrzebowania na energię. Wykorzystywane są one w procesach transportu, zateżania, mieszania lub filtracji i pozwalają na określenie rozmiarów rurociągów, pomp, wyparek oraz wymienników ciepła [Telis-Romero i in. 1999].

Odmiana oraz stopień dojrzałości mają istotny wpływ na skład chemiczny owoców. Otrzymane z nich soki różnią się zawartością związków pektynowych, skrobi oraz wartością pH. Utrudnia to przewidywanie zachowania się soków tylko na podstawie modeli

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

teoretycznych i zmusza do eksperymentalnego wyznaczenia wartości parametrów reologicznych. Do najważniejszych reologicznych właściwości soków zaliczamy: lepkość, krzywe płynięcia, lepkość pozorną, współczynnik konsystencji, wskaźnik płynięcia oraz energię aktywacji [Boger i Tiu 1974, Krokida i in. 2001].

W celu zwiększenia wydobycia frakcji ciekłej z owoców stosuje się różne metody, wśród których najważniejsze to: rozdrabnianie, ogrzewanie, poddanie działaniu preparatu enzymatycznego [Oszmiański 2002].

Rozdrabnianie ma na celu zniszczenie i rozluźnienie tkanek oraz zmniejszenie cząstek materiału. Stopień rozdrobnienia owoców ma istotne znaczenie, przy czym zarówno zbyt duży, jak i zbyt mały niekorzystnie wpływa na wydajność tłoczenia [Lewicki 2006]. Za optymalną wielkość rozdrobnienia cząstek w miazdze jabłek przyjmuje się wartości w zakresie od 3 do 8 mm [Gasik i in. 2012]. Po rozdrobnieniu miazga powinna być stosunkowo szybko poddana wyciskaniu, aby w możliwie maksymalny sposób ograniczyć kontakt z tlenem, który negatywnie wpływa na jakość soku. Produkty utleniania polifenoli powodują ciemnienie soku, pogorszenie jego smaku i zapachu [Kuczyński 2006].

Kolejną metodą zwiększenia wydobycia frakcji ciekłej jest zastosowanie ogrzewania miazgi. Zabieg ten obniża lepkość cieczy i poprawia efektywność tłoczenia, ale może jednocześnie negatywnie wpływać na jakość soku.

Następną możliwością zwiększenia efektywności pozyskiwania soku jest zastosowanie obróbki enzymatycznej. Preparaty pektynolityczne powodują rozkład substancji pektynowych, jak również zwiększenie przepuszczalności komórek, co skutkuje zmniejszeniem lepkości soku oraz zwiększeniem wydajności procesu tłoczenia i ilości uzyskanego soku. Optymalna temperatura działania preparatów enzymatycznych to 35–40°C, zaś przekroczenie temperatury 55°C dezaktywuje działanie enzymu.

Mniej znaną metodą wpływającą na skuteczność pozyskiwania soku jest zastosowanie niskich temperatur. Powolne zamrażanie ma destrukcyjny wpływ na strukturę zamrażanych tkanek oraz narusza półprzepuszczalność błon komórkowych poprzez ich rozrywanie [Gruda i Postolski 1999]. Nadulski i in. [2012, 2013] badali wpływ techniki zamrażania miazgi na wydajność procesu tłoczenia soku z buraków ćwikłowych, pietruszki i marchwi. Wykazali, że ten rodzaj obróbki może skutecznie zwiększyć efektywność pozyskiwania soku, zwiększając wydajność tłoczenia w granicach od 25 do 40%, w zależności od zastosowanego surowca.

W dostępnej literaturze występuje niewiele pozycji dotyczących wpływu wstępnych zabiegów obróbki miazgi na właściwości reologiczne uzyskanych soków.

Celem pracy było zbadanie wpływu odmiany i rodzaju wstępnej obróbki miazgi jabłkowej na właściwości reologiczne soku i zawartość ekstraktu w sokach jabłkowych. Zakres pracy obejmował wyznaczenie krzywych płynięcia oraz krzywych lepkości, współczynnika konsystencji oraz indeksu płynięcia.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

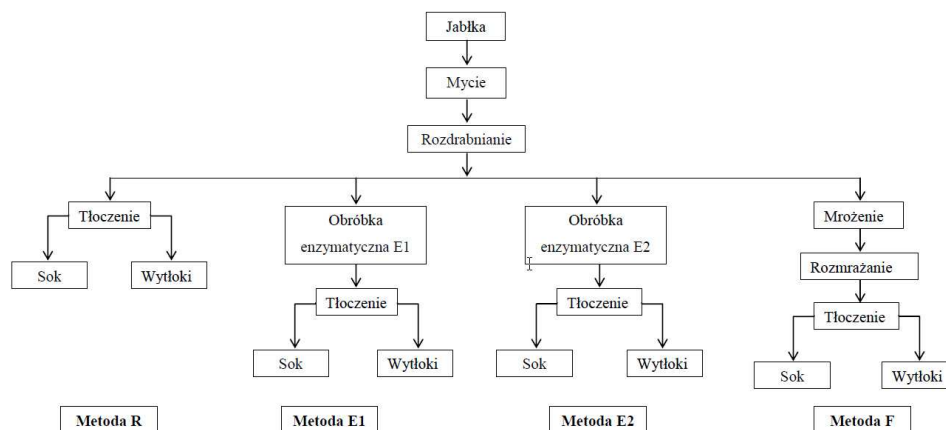
Badania przeprowadzono na jabłkach odmiany Idared i Golden Delicious. Umyty surowiec został rozdrobniony na maszynie rozdrabniającej (MKJ250, Spomasz Nakło) przy użyciu tarczy o średnicy oczek 8 mm. Proces wyciskania soku odbywał się na prasie koszowej przy użyciu siły wynoszącej 40 kN.

Zastosowano cztery metody wstępnej obróbki owoców: rozdrabnianie (metoda R), rozdrabnianie połączone z zamrażaniem miazgi (metoda F), rozdrabnianie połączone z obróbką enzymatyczną (metody E1 i E2).

W metodzie R zastosowano wyłącznie rozdrobnienie owoców, które następnie poddano tłoczeniu. W metodzie F miazga przed tłoczeniem została poddana obróbce cieplnej polegającej na zamrożeniu w temperaturze -20°C , następnie rozmrożeniu i doprowadzeniu do temperatury pokojowej. Ostatnim wariantem obróbki miazgi po bezpośrednim rozdrobnieniu było poddanie jej działaniu preparatu enzymatycznego Pektoenzym w dawce 0,2 ml na 1 kg miazgi (czas obróbki – 4 godziny). W metodzie E1 upłynianie enzymatyczne przebiegało w temperaturze 25°C , zaś w metodzie E2 – 45°C . Zastosowany preparat enzymatyczny po zakończeniu obróbki miazgi nie został dezaktywowany. Schemat doświadczenia zaprezentowano na rysunku 1.

Do oznaczania właściwości reologicznych wykorzystano lepkościomierz Brookfield LVDV-II + PRO wraz z programem Rheocalc V3.1-1. Do badań użyto przystawkę ULA – 10EY, do której odmierzano 16 ml soku. Zastosowano prędkość obrotową wrzeciona w zakresie od 20 do 90 obr/min, co odpowiada prędkościom ścinania od 24 do 110 s^{-1} . Pomiarów wykonano w temperaturze 21°C , wykorzystując do tego celu ultratermostat Brookfield TC – 502. Wyznaczono parametry reologiczne, tj. krzywe płynięcia, krzywe lepkości, współczynnik konsystencji oraz indeks płynięcia po różnych rodzajach obróbki wstępnej owoców obydwu odmian. Zawartość ekstraktu otrzymanego soku wyznaczono za pomocą refraktometru (ATAGO PAL – 3).

Każdy z pomiarów wykonano w trzech powtórzeniach. Analizę statystyczną wyników badań przeprowadzono w programie Statistica przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA. Zbadano również istotność różnic pomiędzy średnimi, wykorzystując test t-Tukeya.

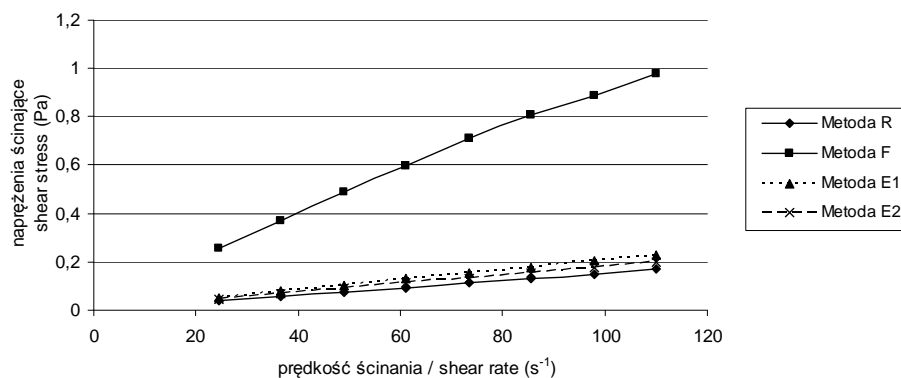


Rys. 1. Schemat eksperymentu

Fig. 1. Scheme of investigation

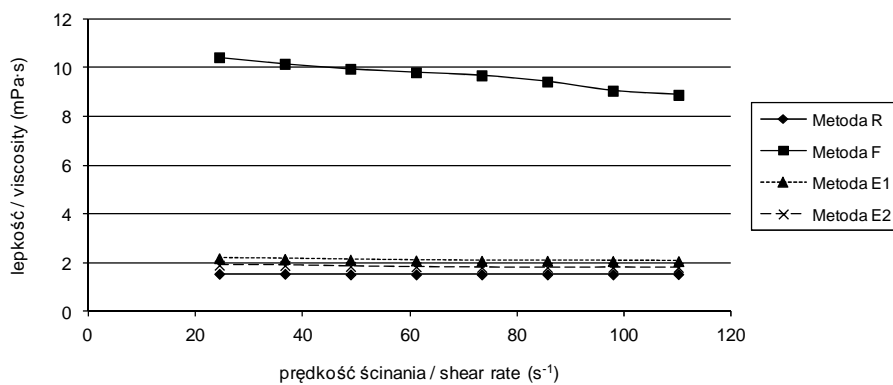
WYNIKI BADAŃ

Na rysunkach 2–3 przedstawiono krzywe płynięcia i krzywe lepkości soku otrzymanego z jabłek odmiany Idared w zależności od zastosowanej wstępnej obróbki miazgi.



Rys. 2. Krzywe płynięcia soków otrzymanych z jabłek odmiany Idared w zależności od metody obróbki wstępnej miazgi

Fig. 2. Flow curves of apple juices obtained from Idared variety depending on mash pretreatment



Rys. 3. Krzywe lepkości soków otrzymanych z jabłek odmiany Idared w zależności od metody wstępnej obróbki miazgi

Fig. 3. Viscosity curves of apple juices obtained from Idared variety depending on mash pretreatment

W tabeli 1 przedstawiono parametry reologiczne soków otrzymanych z jabłek odmiany Idared po różnych rodzajach wstępnej obróbki miazgi.

Tabela 1. Parametry reologiczne soków jabłkowych otrzymanych po różnych rodzajach obróbki wstępnej – odmiana Idared

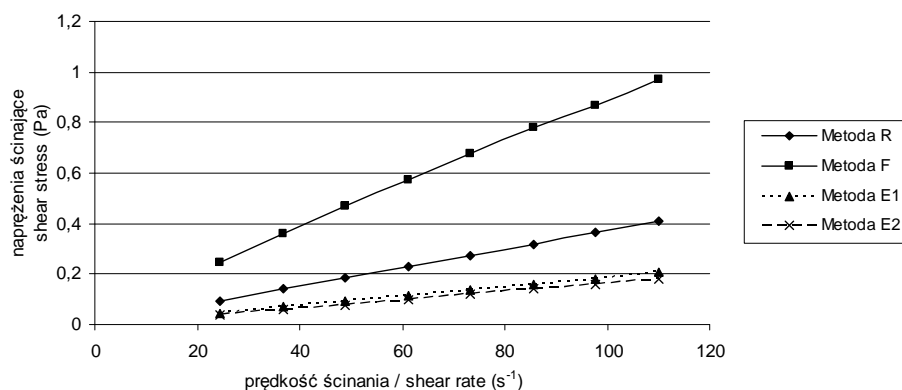
Table 1. Rheological parameters of apple juices obtained after different types of pre-treatment – Idared variety

Parametr	R	F	E1	E2
Współczynnik konsystencji K (Pa·s ⁿ)	0,0016 ^a	0,0147 ^b	0,0023 ^{ac}	0,0022 ^{ac}
Indeks płynięcia n (-)	0,9915 ^a	0,898 ^b	0,9802 ^{ac}	0,9805 ^{ac}

a, b, c – ten sam wskaźnik literowy w wierszu oznacza brak istotnych różnic

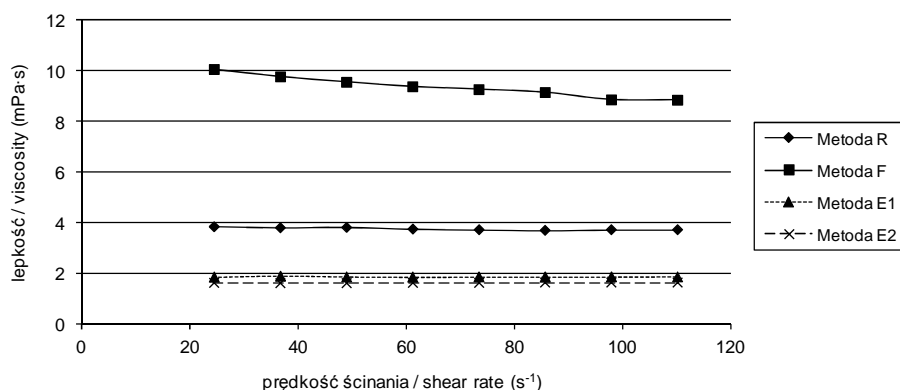
Analiza wyników badań reologicznych parametrów uzyskanych soków wskazuje na ich istotną zależność od rodzaju obróbki wstępnej owoców. Sok uzyskany z owoców poddanych tylko procesowi rozdrabniania zachowywał się jak ciecz newtonowska. Obróbka enzymatyczna miazgi – prowadzona zarówno w temperaturze 25°C, jak i temperaturze 45°C – nie wpłynęła na charakterystykę reologiczną otrzymanych soków. Z kolei obróbka polegająca na zamrażaniu miazgi spowodowała zmianę tej charakterystyki soku z odpowiadającej cieczy newtonowskiej na odpowiadającą cieczy nienewtonowskiej. Sok uzyskany po obróbce mrożeniem charakteryzował się także najwyższą wartością współczynnika konsystencji, który wyniósł 0,0147 Pa·sⁿ. Nie stwierdzono natomiast statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami współczynników konsystencji dla soków uzyskanych z wykorzystaniem metod R, E1 i E2.

Na rysunkach 4–5 przedstawiono krzywe płynięcia i krzywe lepkości soków otrzymanych z jabłek odmiany Golden Delicious w zależności od wstępnej obróbki miazgi.



Rys. 4. Krzywe płynięcia soków otrzymanych z jabłek odmiany Golden Delicious w zależności od wstępnej obróbki miazgi

Fig. 4. Flow curves from Golden Delicious variety juices depending on mash pretreatment



Rys. 5. Krzywe lepkości soków otrzymanych z jabłek odmiany Golden Delicious w zależności od wstępnej obróbki miazgi

Fig. 5. Viscosity curves from Golden Delicious variety juices depending on mash pretreatment

Tabela 2. Parametry reologiczne soków jabłkowych otrzymanych po różnych rodzajach obróbki wstępnej – odmiana Golden Delicious

Tabele 2. Rheological parameters of apple juice obtained after different types of pre-treatment – Golden Delicious variety

Parametr	R	F	E1	E2
Współczynnik konsystencji K (Pa·s ⁿ)	0,0042 ^a	0,0133 ^b	0,0017 ^c	0,0016 ^c
Indeks płynięcia n (-)	0,978 ^a	0,913 ^b	0,999 ^{ac}	0,999 ^{ac}

a, b, c – ten sam wskaźnik literowy w wierszu oznacza brak istotnych różnic

Podobnie jak w przypadku jabłek odmiany Idared, także i dla odmiany Golden Delicious zaobserwowano istotny wpływ obróbki wstępnej owoców na właściwości reologiczne uzyskanego z nich soku. Sok otrzymany bezpośrednio po rozdrobieniu jabłek miał charakter cieczy newtonowskiej. Zastosowanie obróbki enzymatycznej nie zmieniło reologicznego charakteru soku, ale znacząco obniżyło wartość współczynnika konsystencji. Nie zaobserwowano różnic pomiędzy właściwościami reologicznymi soków otrzymanych z wykorzystaniem metod E1 i E2. Stwierdzono natomiast istotny wpływ obróbki polegającej na mrożeniu i rozmrażaniu miazgi na charakterystykę reologiczną i wartość współczynnika konsystencji soku. Analogicznie jak w przypadku odmiany Idared, ta charakterystyka reologiczna zmieniła się z odpowiadającej cieczy newtonowskiej na odpowiadającą cieczy nienewtonowskiej, zaś współczynnik konsystencji osiągnął najwyższą wartość w porównaniu z pozostałymi metodami obróbki owoców. Zmiana wartości współczynnika konsystencji może być spowodowana wzrostem stężenia pektyn w soku, uwolnionych w wyniku pęknięcia komórek podczas procesu mrożenia i rozmrażania miazgi jabłkowej.

W tabeli 3 przedstawiono zawartość ekstraktu w sokach jabłkowych otrzymanych po różnych rodzajach obróbki wstępnej.

Tabela 3. Zawartość ekstraktu (°Bx) soków jabłkowych otrzymanych po różnych rodzajach wstępnej obróbki miazgi

Tabele 3. Extract content (°Bx) in apple juice depending on mash pretreatment

Odmiana	R	F	E1	E2
Idared	14,1	10,0	11,7	11,2
Golden Delicious	11,7	10,9	10,6	9,5

Zawartość ekstraktu w badanych sokach zawierała się w przedziale od 9,5 do 14,1 °Bx. Najwyższą zawartość ekstraktu wykazywał sok otrzymany metodą R z owoców odmiany Idared, zaś najniższą z odmiany Golden Delicious po obróbce enzymatyczną metodą E2.

Nie stwierdzono korelacji pomiędzy zawartością ekstraktu a wartościami współczynnika konsystencji poszczególnych soków jabłkowych.

WNIOSKI

1. Obróbka miazgi polegająca na jej zamrażaniu i rozmrażaniu wpływa zarówno na charakter reologiczny soku, jak i na wartości współczynników konsystencji. Analogiczne zachowanie zaobserwowano w przypadku soków z jabłek obu analizowanych odmian: Idared i Golden Delicious.

2. Obróbka enzymatyczna miazgi nie wpłynęła na charakterystykę reologiczną otrzymanych soków. Wpływ obróbki enzymatycznej na wartość współczynnika konsystencji był zależny od odmiany jabłek. Upłynnianie enzymatyczne miazgi nie miało wpływu na wartość współczynnika konsystencji soku uzyskanego z jabłek odmiany Idared, zaś w przypadku odmiany Golden Delicious spowodowało ono spadek wartości tego parametru.

3. Upłynnianie enzymatyczne miazgi prowadzone w temperaturze 25°C i 40°C nie miało wpływu zarówno na charakter, jak i wartości parametrów reologicznych otrzymanych soków jabłkowych.

4. Nie stwierdzono korelacji pomiędzy wartościami właściwości reologicznych a zawartością ekstraktu otrzymanych soków jabłkowych.

PIŚMIENNICTWO

- Boger, D.V., Tiu, C. (1974). Rheological properties of food products and their use in the design of flow systems. *Food Technol. Austr.*, 26, 325–335.
- Gasik, A., Mitek, M.M., Ginalski, Z., Krysztoforski, M.A., Lesisz, J.T., Sałata, B., Sazońska, B., Śliwa, A. (2012). Przetwórstwo owoców na poziomie gospodarstwa. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu, s. 80.
- Gruda, Z., Postolski, J. (1999). Zamrażanie żywności. WNT, Warszawa.
- Krokida, M.K., Maroulis, Z.B., Saravacos, G.D. (2001). Rheological properties of fluid fruit and vegetable products: Compilation of literature data. *Internat. J. Food Propert.*, 4(2), 179–200.

- Kuczyński, A.P. (2006). Studia nad dynamiką brązowienia i jej wykorzystania w ocenie świeżości miąższu jabłek. *Acta Agroph. Rozpr. Monogr.*, 5(138), 1–145.
- Lewicki, P.P., (2006). *Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego*. WNT, Warszawa.
- Nadulski, R., Zawislak, K., Panasiewicz, M., Strzałkowska, K. (2013). Intensyfikacja procesu tłoczenia soków z wybranych warzyw korzeniowych z zastosowaniem techniki mrożenia. *Inż. Rol.*, 1(141), 133–141.
- Nadulski, R., Zawislak, K., Strzałkowska, K., Piekarski, D., Starek, A. (2012). The influence of thermal processing on the course of pressing juice from beetroot. *Teka Kom. Mot. Energ. Agricult.*, 12(1), 163–167.
- Oszmiański, J. (2002). *Technologia i analiza produktów z owoców i warzyw*. WAR, Wrocław.
- Telis-Romero, J., Telis, V.R.N., Yamashita, F. (1999). Friction factors and rheological properties of orange juice. *J. Food Engin.*, 40, 101–106.

THE EFFECT OF APPLE MASH PRETREATMENT ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES AND JUICES EXTRACT

Abstract. The aim of the study was to determine the rheological properties and extract of apple juices. Two varieties of apple were used: Idared and Golden Delicious. The measurements were made using rotational rheometer from Brookfield Engineering Laboratories: model LVDV-II + PRO using spindle working in the range from 20 to 90 rpm/min, changed every 10 rpm/min. Temperature during test was of 21°C. Additionally the soluble solid content in juice was determined. The results showed that freezing and thawing treatment of pulp changed the rheological behaviour of apple juice for both varieties. There was no influence of enzymatic liquefaction on rheological behaviour of obtained apple juice.

Key words: viscosity, apple juice, pretreatment, rheological properties