

EFEKTYWNOŚĆ POZYSKIWANIA SOKU Z WARZYW KORZENIOWYCH W ZALEŻNOŚCI OD STOPNIA ROZDROBNIENIA MIAZGI I PRĘDKOŚCI TŁOCZENIA

Karolina Strzałkowska, Rafał Nadulski,
Katarzyna Wróblewska-Barwińska

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu prędkości tłoka i stopnia rozdrobnienia miazg warzywnych na wydajność i energochłonność tłoczenia. Badania prowadzono na korzeniach marchwi, selera i buraka ćwikłowego. Stwierdzono, że wydajność procesu zależy od rodzaju surowca, stopnia rozdrobnienia miazgi i prędkości tłoka, natomiast na energochłonność wpływa rodzaj surowca i stopień jego rozdrobnienia.

Słowa kluczowe: tłoczenie, wydajność, energochłonność, sok, warzywa korzeniowe

WPROWADZENIE

Tłoczenie jest powszechnie stosowane w przemyśle owocowo-warzywnym do pozyskiwania soku. Sposób obróbki miazgi i przebieg tłoczenia soku oraz parametry tych procesów mają zasadniczy wpływ na jakość soku oraz wydajność i energochłonność procesu [Plocharski i Banaszczuk 1990, Lewicki i in. 1989]. Obróbka wstępna prowadzi do zniszczenia struktur komórkowych w celu wydobycia soku, a następnie zmniejszenie oporów przepływu cieczy przez wypełnienie. Tłoczenie miazgi jest procesem polegającym na rozdzieleniu układu składającego się z części stałych, cieczy oraz pęcherzyków powietrza. Jako obróbkę wstępną przed tłoczeniem najczęściej stosuje się rozdrabnianie i ogrzewanie miazgi, która następnie poddawana jest procesowi enzymacji [Nowak i Tempczyk 2004]. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie fizycznymi metodami obróbki wstępnej miazgi przed tłoczeniem. Proponowane są m.in. takie metody jak obróbka pulsującym polem elektrycznym [Krugła 1999, Innings i in. 1998], promieniowaniem jonizującym [Mitchell i in. 1991], falami ultradźwiękowymi [Kaczmarek i Lewicki 2005, Knorr i in. 2004], promieniowaniem mikrofalowym [Nadulski 2002, Decereau 1985], ogrzewanie ohmowe [Wang i Sastry 2004, Praporscic 2006] oraz po-

Adres do korespondencji – Corresponding author: Rafał Nadulski, Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin, e-mail: rafal.nadulski@up.lublin.pl

przez zamrażanie i rozmrażanie miazgi [Nadulski i Wawryniuk 2009]. Ponadto na przebieg tłoczenia mają wpływ takie czynniki jak właściwości materiału przeznaczonego do wyciskania, stopień rozdrobnienia, grubość warstwy, porowatość materiału, lepkość uzyskiwanej cieczy, ciśnienie tłoczenia i dynamika jego zmian, a także rozwiązania konstrukcyjne pras.

Celem niniejszej pracy było wyznaczenie wydajności i jednostkowych nakładów energetycznych procesu tłoczenia soku z wybranych warzyw korzeniowych w zależności od stopnia rozdrobnienia miazgi i prędkości jej obciążania oraz ocena wybranych cech jakościowych uzyskanego soku poprzez oznaczenie zawartości ekstraktu i pH soku.

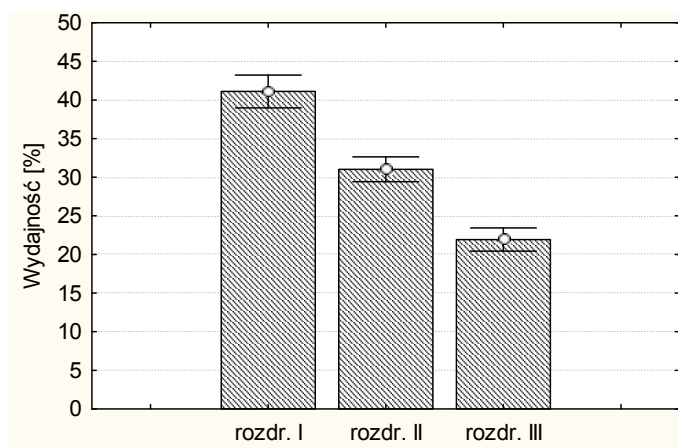
MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Badania przeprowadzono w Katedrze Inżynierii i Maszyn Spożywczych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Do badań przyjęto następujące warzywa: seler odmiany Jabłkowy, marchew odmiany Perfekcja i burak ćwikłowy odmiany Czerwona Kula. Badania prowadzono na surowcu zdrowym, bez uszkodzeń mechanicznych. Warzywa myto, a następnie rozdrabniano przy użyciu maszyny MKJ250 produkcji Spomasz Nąkło, stosując trzy tarcze rozdrabniające o różnych wielkościach otworów: 3 mm (rozdrobnienie I), 5 mm (rozdrobnienie II) i 8 mm (rozdrobnienie III). Prędkość obrotowa tarczy wynosiła $170 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$. Rozdrobniony materiał umieszczano w pojemnikach, a następnie odważano porcje 200 g przeznaczone do tłoczenia. Wyciskanie soku prowadzono na laboratoryjnej prasie własnej konstrukcji współpracującej z aparatem Instron 4302 [Nadulski 2010]. Prasa składa się z cylindra, tłoka i wymiennego denka z otworami o średnicy 4 mm. Przygotowane porcje miazgi ładowano do prasy, przy czym oddzielano je od denka z otworami metalową siatką. Prasę umieszczano w aparacie Instron 4302 pod belką, a następnie obciążano miazgę ze stałą prędkością. Po uzyskaniu wartości siły ok. 9 kN proces tłoczenia przerywano. W wyniku pomiarów uzyskano wykresy przedstawiające zależność siły obciążania od przemieszczenia tłoka. W badaniach stosowano trzy prędkości obciążania miazgi: 20, 60 i $100 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$. Każdy pomiar wykonywano w dziesięciu powtórzeniach. Po każdej próbie określano ilość uzyskanego soku, zawartość ekstraktu (PN-90/A-75101/02) i pH (PN-EN 1132:1999). Ekstrakt soku oznaczano w °Brix przy pomocy refraktometru PAL-1 firmy Atago, a pH soku przy użyciu pehametru CP-411 firmy Elmetron.

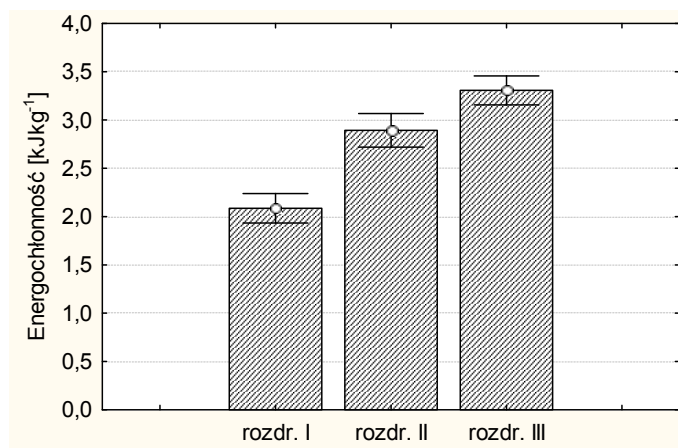
Przeprowadzone badania pozwoliły na wyznaczenie wydajności i energochłonności procesu tłoczenia, a także określenie podstawowych cech jakościowych uzyskanego soku. Analizę statystyczną wyników badań przeprowadzono przy zastosowaniu jedno-czynnikowej analizy wariancji ANOVA. Istotność różnic sprawdzano, stosując test NIR Fishera.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotny wpływ stopnia rozdrobnienia miazgi, prędkości przesuwu tłoka oraz rodzaju surowca na wydajność procesu tłoczenia soku. W przypadku wszystkich badanych surowców najwyższą wydajność tłoczenia i równocześnie najniższą energochłonność procesu uzyskano przy największym stopniu rozdrobnienia miazgi. W analizie energochłonności procesu tłoczenia uwzględniano wyłącznie nakłady energetyczne związane z procesem wyciskania soku w prasie i nie uwzględniano nakładów energetycznych związanych z rozdrabnianiem surowców. Zwiększenie stopnia rozdrobnienia miazgi powoduje średni wzrost wydajności tłoczenia o 71,1% i średni spadek energochłonności procesu o 30,2% (rys. 1 i rys. 2).

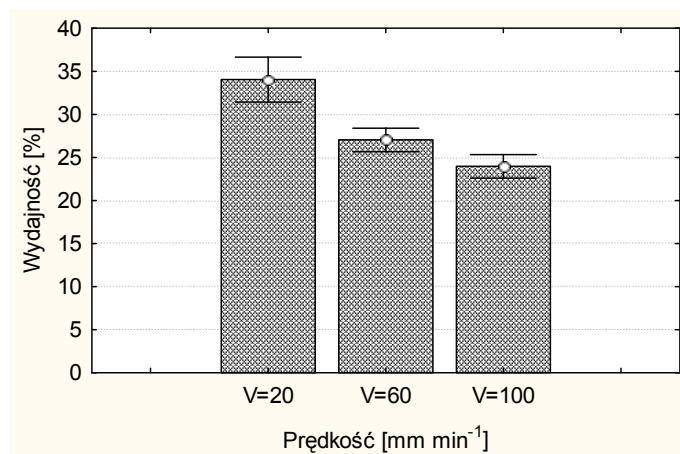


Rys. 1. Wpływ stopnia rozdrobnienia surowca na wydajność tłoczenia
Fig. 1. The influence of mash disintegration degree on the yield of juice



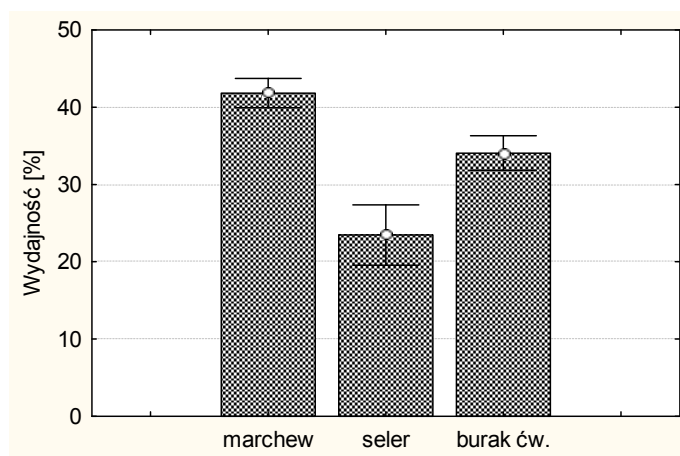
Rys. 2. Wpływ stopnia rozdrobnienia surowca na energochłonność tłoczenia
Fig. 2. The influence of mash disintegration degree on the energy consumption during pressing

Najwyższą wydajność tłoczenia uzyskano przy najniższej prędkości posuwu tłoka prasy. Zwiększenie prędkości tłoczenia soku powoduje średni spadek wydajności procesu o 29,3% (rys. 3). W przypadku wszystkich badanych warzyw nie stwierdzono wpływu prędkości tłoczenia na energochłonność procesu.



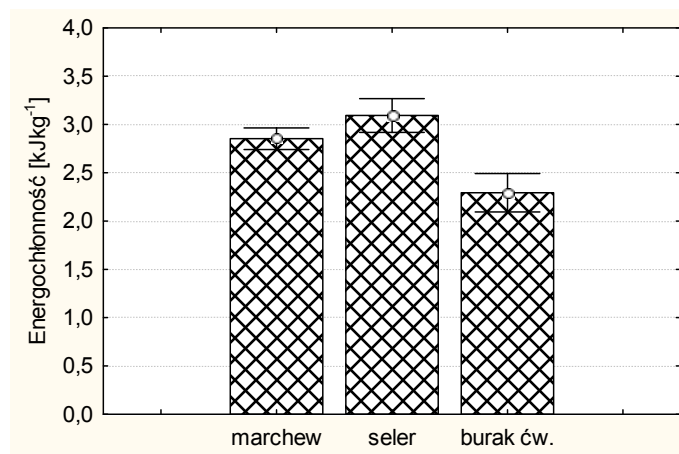
Rys. 3. Wpływ prędkości tłoka na wydajność tłoczenia
Fig. 3. The influence of the piston velocity on the yield of juice

Badane warzywa charakteryzuje zróżnicowana wydajność tłoczenia. Najwyższą wydajność procesu uzyskano w przypadku miążgi z marchwi, a najniższą w przypadku selera (rys. 4).



Rys. 4. Wpływ rodzaju surowca na wydajność tłoczenia
Fig. 4. The influence of the kind of material on the yield of juice

Energochłonność tłoczenia zależy od gatunku warzyw, z których pozyskiwany jest sok (rys. 5). Niewielkie, ale istotne statystycznie różnice, zarejestrowano pomiędzy energochłonnością tłoczenia miazgi z korzeni selera i marchwi. Nakłady energetyczne związane z pozyskaniem soku z selera są o 33,1% wyższe w stosunku do nakładów energetycznych przy tłoczeniu soku z buraków ćwikłowych.



Rys. 5. Wpływ rodzaju surowca na energochłonność tłoczenia

Fig. 5. The influence of the kind of material on the energy consumption during pressing

Spośród badanych warzyw najwyższą zawartość ekstraktu uzyskano dla soku z buraka ćwikłowego – 10,9 °Brix, a najniższą dla soku z selera – 7,8 °Brix. Nie stwierdzono wpływu stopnia rozdrobnienia i prędkości tłoczenia na zawartość ekstraktu w soku. Zakres pH soku uzyskanego z badanych warzyw wynosił od 5,7 do 5,9. Nie stwierdzono wpływu rodzaju surowca, stopnia rozdrobnienia i prędkości tłoczenia na ten parametr.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Wraz ze wzrostem stopnia rozdrobnienia surowca rośnie średnia wydajność procesu tłoczenia o ok. 71,1% i zmniejsza się jego energochłonność o ok. 30,2%.
2. Wydajności procesu spada wraz ze wzrostem prędkości tłoczenia – w warunkach eksperymentu o 40,9%, natomiast zmiana prędkości tłoczenia nie wpływa na energochłonność procesu.
3. Najwyższą wydajność tłoczenia uzyskano w przypadku miazgi z korzenia marchwi (41,3%), a najniższą w przypadku miazgi z korzenia selera (23,7%).
4. Najwyższą energochłonność tłoczenia otrzymano w przypadku miazgi z korzenia selera (3,1 kJ·kg⁻¹), a najniższą w przypadku miazgi z korzenia buraka ćwikłowego (2,2 kJ·kg⁻¹).

5. Ekstrakt soku z badanych warzyw zależał wyłącznie od rodzaju surowca, nie stwierdzono wpływu stopnia rozdrobnienia, prędkości tłoczenia i rodzaju surowca na pH uzyskanego soku.

PIŚMIENNICTWO

- Decereau R.V., 1985. *Microwaves in the Food Processing Industry*. Academic Press, New York, 560 ss.
- Innings F., Snah E.I., 1998. Effect of Pulsed Electric Fields on Apple Juice Yield. *Fruit Process.* 8(10), 412–416.
- Kaczmarek Ł., Lewicki P., 2005. Zastosowanie technik ultradźwiękowych w przetwarzaniu żywności. *Przemysł Ferment. Owoc.-Warz.* 9, 34–36.
- Knorr D., Zenker M., Heinz V., Lee D.U., 2004. Applications and Potential Ultrasonics in Food Proc.. *Trends Food Sci. Tech.* 15, 261–266.
- Krugła E., Zdziennicka D., Kostrzewa E., 2001. Napoje i soki owocowo-warzywne – nośniki składników funkcjonalnych. *Przem. Spoż.* 3, 20–21, 23.
- Lewicki Piotr P., Lenart A., Mazur M., 1989. Energochłonność pozyskiwania moszczu jabłkowego w prasach koszowych. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.* 355, 95–99.
- Mitchel G.E., Isaacs A. R., Williams D.J., McLauchlan R.L., Nottingham S.M., 1991. Low Dose Irradiation Influence on Yield and Quality of Fruit Juice. *J. Food Sci.* 56(6), 1628–1631.
- Nadulski R., 2002. Wpływ obróbki mikrofalowej na efektywność tłoczenia soku z wybranych warzyw korzeniowych. *Inżynieria Roln.* 4, 227–233.
- Nadulski R., 2010. Wpływ prędkości tłoka i stopnia rozdrobnienia surowca na wydajność i energochłonność tłoczenia miążg warzywnych. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Roln.* 546, 237–243.
- Nadulski R., Wawryniuk P., 2009. Ocena możliwości wykorzystania zamrażania jako obróbki wstępnej przed tłoczeniem miążg warzywnych. *Inżynieria Roln.* 2(111), 123–130.
- Nowak D., Tempczyk A., 2004 Zastosowanie obróbki enzymatycznej do otrzymywania soku z marchwi. XXXV Sesja Nauk. Komitetu Nauk o Żywności PAN: Żywność – aspekty technologiczne i prozdrowotne. Łódź, 129
- Płocharski W., Banaszczuk J., 1990. Laboratory Method for Estimation of Juice Yield of Apples. *Fruit Sci. Rep. Skierniewice.* 1, 29–31.
- PN-90/A-75101/02. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego.
- PN-EN 1132:1999. Soki owocowe i warzywne. Oznaczanie pH.
- Praporscic I., Lebovka N.I., Ghnimi S., Vorobiev E., 2006. Ohmically Heated, Enhanced Expression of Juice from Apple and Potato Tissues. *Biosystems Eng.* 93 (2), 199–204
- Wang W-C., Sastry S.K., 2004 Effects of moderate electrothermal treatments on juice yield from cellular tissue. *Innovative Food Sci. Emerg. Technol.* 3, 371–377

**EFFICIENCY OF PRODUCTION OF JUICE FROM ROOT VEGETABLES
DEPENDING ON DEGREE OF PULP COMMINUTION
AND PISTON VELOCITY DURING PRESSING**

Abstract. This work shows the results of research on the influence of piston velocity and degree of comminution of vegetable pulps on yield and energy consumption of the process of pressing. The research was carried out on carrot roots, celery and beetroot. It was stated that the yield of the process depends on the material type, degree of pulp comminution and piston velocity, whereas the energy consumption is dependent on material type and its degree of comminution.

Key words: pressing operation, yield, energy consumption, juice, root vegetables

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.12.2011