

Rafał Nadulski
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Akademia Rolnicza w Lublinie

OCENA PRZYDATNOŚCI LABORATORYJNEJ PRASY KOSZOWEJ DO BADAŃ PROCESU TŁOCZENIA SOKU Z SUROWCÓW ROŚLINNYCH

Streszczenie

Znajomość procesu tłoczenia oraz czynników decydujących o jego przebiegu wynika przede wszystkim z doświadczeń i obserwacji przemysłowych, a w mniejszym stopniu z badań eksperymentalnych i prac teoretycznych. Celem pracy było zaprojektowanie i wykonanie uniwersalnej laboratoryjnej prasy koszowej oraz przeprowadzenie badań testujących polegających na tłoczeniu soku z miążg owocowych i warzywnych. Badania wykazały pełną przydatność zaprojektowanego stanowiska pomiarowego do badań operacji tłoczenia miążg owocowych z uwzględnieniem różnych parametrów procesu.

Słowa kluczowe: prasa koszowa, stanowisko badawcze, tłoczenie, owoce, warzywa

Wykaz oznaczeń

- F – siła (nacisk tłoka), kN
- L – przemieszczenie tłoka, mm
- W – wydajność tłoczenia, %
- E – jednostkowe zużycie energii, MJm⁻³
- D_o – średnica otworów tarczy rozdrabniającej, mm
- V – prędkość tłoka, mmmin⁻¹

Wprowadzenie

Proces tłoczenia jest powszechnie stosowany w przemyśle owocowo-warzywnym do pozyskiwania soku. Sposób obróbki miążgi i tłoczenia soku oraz parametry tych procesów mają zasadniczy wpływ na jakość soku oraz wydajność i energochłonność procesu [Płocharski i Banaszczyk 1990; Lewicki i in. 1989; Lewicki i in. 1984].

Znajomość procesu tłoczenia oraz czynników decydujących o jego przebiegu wynika przede wszystkim z doświadczeń i obserwacji przemysłowych, a w mniejszym stopniu z badań eksperymentalnych i prac teoretycznych. W literaturze fachowej podawane są empiryczne równania opisujące przebieg tłoczenia, ale ich zastosowanie jest ograniczone, gdyż odnoszą się do ściśle określonych warunków procesu.

W celu podniesienia efektywności procesu przed tłoczeniem powszechnie stosowana jest obróbka enzymatyczna miazgi [Mitek i Horubała 1981; Mitek i Drzazga 1987; Szymczak i in. 1997]. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie fizycznymi metodami obróbki wstępnej miazgi przed tłoczeniem. Stosowane są między innymi takie metody jak obróbka pulsującym polem elektrycznym [Innings i in. 1998], promieniowaniem jonizującym [Mitchell i in. 1991], falami ultradźwiękowymi [Śliwiński 1993], promieniowaniem mikrofalowym [Decerau 1985] oraz poprzez zamrażanie i rozmrażanie. Przedstawione sposoby obróbki wstępnej wymagają dalszych badań w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych.

Równocześnie obserwuje się coraz częstsze stosowanie procesu tłoczenia nie tylko do pozyskiwania soków pitnych, ale także w ekstrakcji różnego rodzaju składników zawartych w roślinach a wykorzystywanych w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym.

W przemyśle do tłoczenia soku z owoców i warzyw powszechnie wykorzystywane są prasy koszowe. Stosowane są dwa rozwiązania: prasy z koszem perforowanym lub z koszem pełnym, przy czym w drugim przypadku odpływ soku odbywa się przy pomocy węży drenażowych (rozwiązanie w prasach firmy Bucher-Guyer). W warunkach laboratoryjnych do badań procesu tłoczenia najczęściej używa się pras koszowych z elementami perforowanym, przy czym warunki procesu zależą od założonego programu badań [Płocharski i Banaszczyk 1990, Grochowicz i Kusińska 1980].

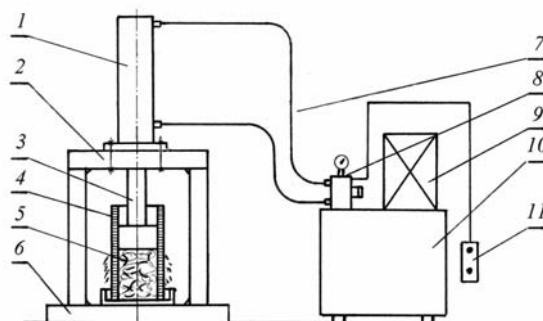
Cel i zakres pracy

Celem pracy było zaprojektowanie i wykonanie uniwersalnej laboratoryjnej prasy tłokowej oraz przeprowadzenie badań testujących polegających na tłoczeniu soku z miazg owocowych i warzywnych. Zgodnie z założeniami zaprojektowano i wykonano prasę koszową o pojemności komory roboczej - 1 dcm³.

Metodyka badań

Badania wstępne zespołów roboczych prasy przeprowadzono przy maksymalnym ciśnieniu <2,0 MPa przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Instron 4302.

Ze względu na niedostateczną wydajność tłoczenia opracowano i wykonano układ hydrauliczny prasy (złożony z siłownika i zasilacza) pozwalający na uzyskanie, w zależności od warunków tłoczenia, maksymalnego ciśnienia do 20 MPa (rys. 1). Zaprojektowano i wykonano siłownik cylindryczny o średnicy tłoka 36 mm, średnicy zewnętrznej cylindra 78 mm i długości 450 mm. Do napędu zastosowano wolnostojący zasilacz hydrauliczny typu UHJG-20/C/2 o mocy silnika 2,2 kW i wydajności pompy $6 \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$ wyposażony w serwo-zawór sterowany elektromagnesem i dławik przepływu.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego: 1-cylinder, 2 – rama, 3- tłok, 4 – perforowany kosz, 5 – surowiec, 6 podstawa, 7 – przewód, 8 – serwo-zawór z dławikiem, 9 – silnik, 10 – zbiornik, 11 – pilot

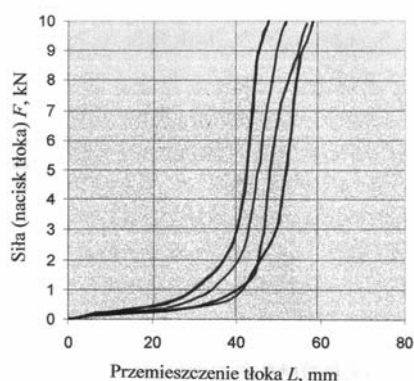
Fig. 1. Test stand diagramme: 1-cylinder, 2 – frame, 3- piston, 4 – perforated basket, 5 – raw material, 6 – base, 7 – conduit, 8 – servo valve with a packing gland, 9 – motor, 10 – container, 11 - pilot

Do badań testujących przyjęto jabłka odmiany Jonagold Decosta i marchew odmiany Karotka. Wcześniej surowiec był przechowywany przez 5 miesięcy w warunkach chłodniczych. Badania prowadzono na surowcu zdrowym, bez uszkodzeń mechanicznych. Procesu tłoczenia prowadzono na prasie stosując cylinder z otworkami o średnicy 2,5 mm. Do badań testujących stanowisko zastosowano różne prędkości przesuwu tłoka tj. 30, 60, 90 mmmin^{-1} . Jako kryterium doboru prędkości przyjęto wartości stosowane w badaniach eksperymentalnych. W zaprojektowanej prasie możliwe jest ustalenie prędkości przesuwu tłoka od 0 do 500 mmmin^{-1} , co pozwala na prowadzenie badań z prędkościami stosowanymi w warunkach przemysłowych. Obróbkę wstępną polegającą na mechanicznym rozdrabnianiu surowca wykonywano przy użyciu maszyny rozdrabniającej (model MKJ250 z napędem NMK110 produkcji Spomasz Nakło) wykorzystując tarcze

o różnej średnicy oczek: 3, 5 i 8 mm. Rozdrobniony materiał o kształcie zbliżonym do wiórków wraz wydzielającym się sokiem mieszano i następnie porcje miazgi umieszczano w płóciennych rękawach, po czym poddawano procesowi jednokrotnego tłoczenia. Po każdym zakończonym cyklu tłoczenia dokonywano pomiaru objętości uzyskiwanego moszczu, masy wyłoków i suchej masy wyłoków. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyznaczenie jednostkowego zużycia energii E oraz wydajności tłoczenia W określanej jako stosunek uzyskanej masy soku do masy soku zawartej w surowcu i wyrażonej w %. Wyniki badań poddane zostały opracowaniu statystycznemu z wykorzystaniem analizy wariancji i przedziałów ufności Tukey'a (program Statistica 6).

Wyniki badań i ich analiza

W pracy zaprezentowano wyniki badań uzyskane przy nacisku tłoka na miazgę wynoszącym 10 kN. Na rys. 2 przedstawiono przykładowe krzywe otrzymane dla miazgi marchwiowej przedstawiające zależność pomiędzy naciskiem a przemieszczeniem tłoka.

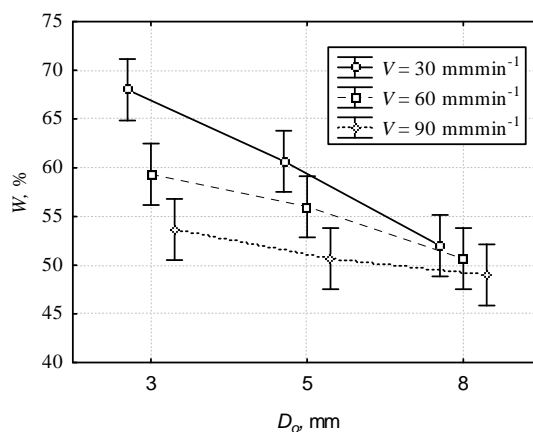


Rys. 2. Przykładowe krzywe tłoczenia dla miazgi marchwiowej

Fig. 2. Examples of pressing curves for carrot pulp

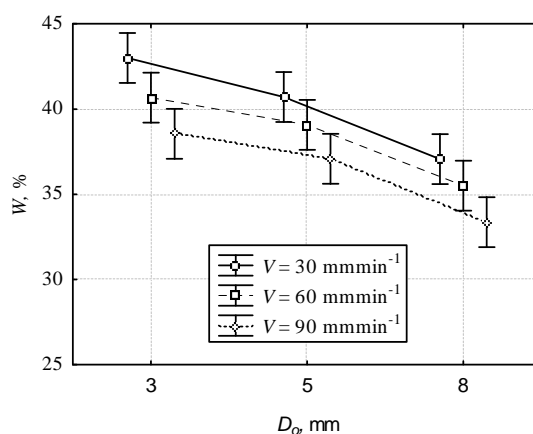
Na rys. 3 i 4 przedstawiono wpływ prędkości tłoka i stopnia rozdrobnienia miazgi na wydajność procesu tłoczenia dla obu badanych surowców. Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ prędkości tłoka i stopnia rozdrobnienia na wydajność procesu tłoczenia. Najwyższą wydajność tłoczenia uzyskano przy najniższej prędkości posuwu tłoka i przy najwyższym stopniu rozdrobnienia badanych surowców. Na uwagę zwraca fakt różnej podatności na tłoczenie miazgi marchwiowej i jabłkowej.

W warunkach eksperymentu przy tych samych parametrach procesu w przypadku miazgi jabłkowej uzyskano o blisko 50% wyższą wydajność w porównaniu do miazgi marchwiowej.



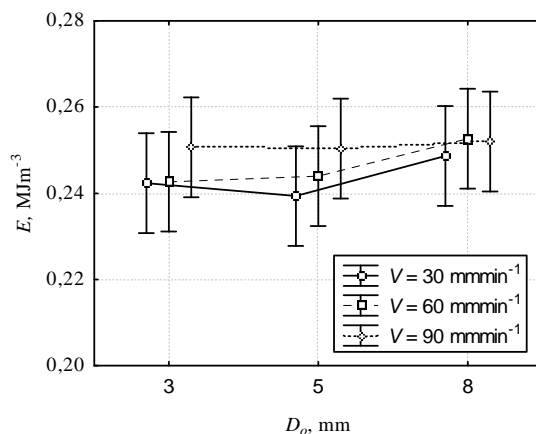
Rys. 3. Wpływ prędkości tłoka i stopnia rozdrobnienia miazgi jabłkowej (D_o – średnica otworów tarczy rozdrabniającej) na wydajność tłoczenia W

Fig. 3. Impact of the piston speed and comminution level of apple pulp (D_o – diameter of crushing disk holes) on pressing effectiveness W

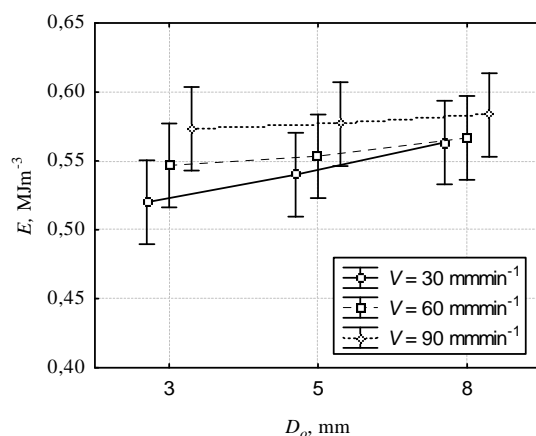


Rys. 4. Wpływ prędkości tłoka i stopnia rozdrobnienia miazgi marchwiowej (D_o – średnica otworów tarczy rozdrabniającej) na wydajność tłoczenia W

Fig. 4. Impact of the piston speed and comminution level of carrot pulp (D_o – diameter of crushing disk holes) on pressing effectiveness W



Rys. 5. Wpływ prędkości tłoka i stopnia rozdrobnienia miazgi jabłkowej (D_o – średnica otworów tarczy rozdrabniającej) na jednostkowe zużycie energii E
 Fig. 5. Impact of the piston speed and comminution level of apple pulp (D_o – diameter of crushing disk holes) on unitary energy consumption E



Rys. 6. Wpływ prędkości tłoka i stopnia rozdrobnienia miazgi marchwiowej (D_o – średnica otworów tarczy rozdrabniającej) na jednostkowe zużycie energii E
 Fig. 6. Impact of the piston speed and comminution level of carrot pulp (D_o – diameter of crushing disk holes) on unitary energy consumption E

W analizie energochłonności procesu tłoczenia brano pod uwagę wyłącznie nakłady energetyczne związane z procesem wyciskania cieczy w prasie i nie uwzględniano nakładów energetycznych związanych z rozdrabnianiem surowców.

Nie stwierdzono wpływu stopnia rozdrobnienia surowca i prędkości przesuwu tłoka na jednostkowe zużycie energii zarówno dla miazgi z jabłek jak i z marchwi (rys. 5 i 6). Nakłady energetyczne związane z pozyskaniem soku z marchwi są blisko dwukrotnie wyższe w stosunku do nakładów energetycznych przy tłoczeniu soku marchwiowego. Na obecnym etapie nie prowadzono badań dotyczących cech jakościowych otrzymywanego soku w zależności od warunków procesu.

Wnioski

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Wydajność procesu tłoczenia zależy od rodzaju surowca, stopnia jego rozdrobnienia i prędkości przesuwu tłoka.
2. Nie stwierdzono wpływu stopnia rozdrobnienia surowca i prędkości tłoka na energochłonność procesu tłoczenia.
3. Nakłady energetyczne związane z pozyskaniem soku z marchwi są blisko dwukrotnie wyższe w stosunku do nakładów energetycznych przy tłoczeniu soku z jabłek.
4. Badania wykazały pełną przydatność zaprojektowanego stanowiska pomiarowego do badań operacji tłoczenia miazg owocowych i warzywnych przy uwzględnieniu różnych parametrów procesu.

Bibliografia

Decereau R., V. 1985. *Microwaves in the Food Processing Industry*, Academic Press, New York.

Grochowicz J., Kusińska E. 1983. Badania nad ustaleniem parametrów mechanicznego odwadniania paszowych odpadów owocowo-warzywnych. *RNR*, 75-C-3, 71-77.

Innings F., Snah E. I in. 1998. Effect of Pulsed Electric Fields on Apple Juice Yield, *Fruit Process*, 8(10), 412-416.

Lewicki Piotr P., Lenart A, Mazur M. 1984. Analiza warunków pracy prasy koszonej HP-5000 firmy Bucher-Guyer przy pozyskiwaniu moszczu jabłkowego. *Przem. Ferm. I Owoc.-Warzyw.*, 11, 20-22.

Lewicki Piotr P., Lenart A, Mazur M. 1989. Energochłonność pozyskiwania moszczu jabłkowego w prasach koszonych, *Zeszyty Probl. Post. Nauk Rol.*, 355, 95-99.

Mitchel G. E., Isaacs A. R. i in. 1991. Low Dose Irradiation Influence on Yield and Quality of Fruit Juice, *J. Food Sci.*, 56(6), 1628-1631.

Mitek M. Drzazga B. 1987. Charakterystyka enzymów pektolitycznych w aspekcie ich zastosowań w przemyśle owocowo-warzywnym. *Przem. Spoż.*, 41(9), 246-248.

Mitek M., Horubała A. 1981. Zastosowanie enzymów w technologii owoców i warzyw. *Przem. Spoż.* 35(9-10), 272-275, 280.

Płocharski W., Banaszczyk J. 1990. Laboratory method for estimation of juice yield of apples. *Fruit Science Reports*. Skierniewice. 1, 29-31.

Szymczak J., Płocharski W., Markowski J. 1997. Wpływ obróbki enzymatycznej na wydajność moszczu i jakość substancji pektynowych w suszonych wyłókach jabłkowych. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.* 41(11), 28-31.

Śliwiński A. 1993. *Ultradźwięki i ich zastosowanie*, WNT, Warszawa.

ASSESSMENT OF THE USABILITY OF LABORATORY BASKET PRESS FOR STUDIES ON JUICE PRESSING PROCESS FROM PLANT RAW MATERIALS

Summary

Knowledge of the pressing process and its decisive factors results above all from experience and industrial observation and to a lesser extent from experimental studies and theoretical research. The objective of the work was to design and make a universal laboratory basket press and to perform test studies, consisting in pressing juice from fruit and vegetable pulp. The research showed full usability of the designed measuring stand for studies on fruit pulp pressing operation, taking into account different process parameters.

Key words: basket press, test stand, pressing, fruit, vegetable