

Agnieszka KARCZEWSKA¹⁾, Monika STERCZYŃSKA¹⁾, Štefan DRÁB²⁾,
 Andrzej WIŚNIEWSKI¹⁾, Joanna PIEPIÓRKA-STEPUK¹⁾
¹⁾Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
 Politechnika Koszalińska
²⁾Katedra Przechowywania i Przetwórstwa Produktów Roślinnych
 Słowacki Uniwersytet Rolniczy w Nitrze

Wpływ rozdrobnienia miazgi na ilość i jakość uzyskiwanego soku z gruszek

Streszczenie

Praca przedstawia zagadnienia związane z technologią produkcji soków owocowych na przykładzie gruszek odmiany Konferencja. Celem pracy było określenie wpływu stopnia rozdrobnienia miazgi owocowej na ilość i jakość uzyskiwanego soku z gruszek po etapie tłoczenia. Program badań zakładał rozdrobnienie gruszek w różnym stopniu rozdrobnienia (średnim, drobnym i bardzo drobnym) oraz pomiar ilości uzyskiwanego soku, jego cech fizykochemicznych (zawartość ekstraktu, pH) oraz sensorycznych (klarowność, zapach, barwa). Stopień rozdrobnienia określono, jako stosunek uśrednionych wymiarów owoców przed rozdrobnieniem do uśrednionych wymiarów cząstek owoców po rozdrobnieniu, które określono na podstawie cząstek z wytłoczn. Pomiary wykonywano na podstawie analizy obrazu z wykorzystaniem programu GIMP DrawArrow. Stwierdzono, że przy rozdrobnieniu drobnym uzyskuje się istotnie większą ilość soku z gruszek niż w przypadku rozdrabniania średniego i bardzo drobnego. Dla tego stopnia rozdrobnienia odnotowano również mniejszy uzysk wytłoczn i strat wynikających z tłoczenia.

Słowa kluczowe: gruszki, stopień rozdrabniania, sok owocowy

The influence of the pulp fragmentation on the amount and quality of pear juice

Summary

The paper presents issues related to technology production of fruit juices as the example pears Conference. The aim of the study was to determine the influence of the degree size reduction of fruit pulp on the quantity and quality pears juice after press. The research program assumed size reduction of pears in different degrees (medium, fine and very fine), measure of the quantity obtained juice and physicochemical and sensory properties of that juice (clarity, extract content, pH, aroma, colour). Degree of size reduction was determined as the ratio of the average dimensions of the fruit before grinding to the average particle size after size reduction of fruit. The particle sizes of fruit after their size reduction were established on the basis of pomace particles. Measurements were taken on the basis of image analysis using GIMP Draw Arrow. It has been found that when fine grinding is achieved by a significantly higher amount of juice of pears than in the case of sample medium and very fine. For this degree of size reduction, also reported a smaller yield residue and losses pomace resulting from maceration.

Key words: pears, degree of size reduction, fruit juice

Wykaz oznaczeń:

d – średni wymiar cząsteczek po rozdrobnieniu [mm];
 i_g – graniczny stopień rozdrobnienia;
 m_m – masa miazgi przed procesem tłoczenia [g];
 m_s – masa soku [g];
 m_w – masa wytłoczn [g];
 n – ilość wymiarów charakterystycznych przyjętych do obliczeń (3);
 r – ilość powtórzeń (30);

x, y, z – osie wymiarowania [mm];
 D – średni wymiar gruszki przed rozdrobnieniem [mm];
 E – ekstrakt ogólny [%; w/w];
 S – ilość substancji rozpuszczonych w soku [kg];
 S_t – straty uzyskane w czasie tłoczenia [%];
 U_s – uzysk soku [%];
 U_w – uzysk wytłoków [%].

Wprowadzenie

Gruszki (*Pyrus communis* L.), są jednymi z najpopularniejszych owoców na świecie (głównie w Azji i Europie), przeznaczonymi zarówno do bezpośredniej konsumpcji jak i do przetwórstwa owocowo-warzywnego (De Paepe i in., 2015). Roczna produkcja tych owoców w Europie wynosi około 2,5 mln ton, jednak tylko niektóre z uprawianych odmian stanowią surowiec dla przetwórstwa owocowo-warzywnego, przy-

kładem jest odmiana *Konferencja Alexander Lucas* (Markowski i in., 2012). Są one doskonałym źródłem witamin, składników mineralnych, błonnika, składników fenolowych (Salta i in., 2010) i mają niski indeks glikemiczny (Foster-Powell i in., 2002) a wytwarzane z nich soki zachowują wszystkie w/w właściwości owocu.

Produkcja soku z gruszek jest analogiczna do produkcji soku z jabłek. Po etapie obróbki wstępnej (myciu i sortowaniu)

gruszki poddawane są rozdrabnianiu, tłoczeniu, pasteryzacji i pakowaniu. Wydajność procesu, rozumiana jako ilość uzyskanego soku z kg surowca, zależy od wstępnej obróbki miazgi jak również od stopnia jej rozdrobnienia. Maceracją miazgi i jej wpływem na wydajność tłoczenia zajmowało się wielu badaczy, m.in.: w aspekcie wykorzystania enzymów (Cliff i in., 1991; Kidoń i Czapski, 2011; Lima i in., 2015), pulsacji polem elektrycznym (Wang i Sastry, 2002), promieniowania jonizującego (Mitchell i in., 1991) i mikrofalowego (Nadulski, 2002), fal ultradźwiękowych (Śliwiński, 2001) a nawet poprzez zamrażanie i rozmrażanie miazgi (Nadulski i Wawryniuk, 2009; Nadulski i in., 2013). Podstawowym jednak etapem w procesie produkcji soków z owoców ziarnkowych jest rozdrabnianie, którego celem jest umożliwienie wydobycia soku w procesie tłoczenia. Etap ten polega na mechanicznym uszkodzeniu tkanki, co prowadzi do jej rozbicia, rozgniecenia lub rozrwania. Mimo, że jest to konieczny zabieg w produkcji soku, korzystnie wpływający na wydajność, to ma również ujemne strony wynikające z nieodpowiedniego dobrania stopnia rozdrobnienia w stosunku do rozdrabnianych owoców.

Istotne jest, aby stopień rozdrobnienia owoców dobrać do ich struktury. Zależy to przede wszystkim od gatunku i stopnia dojrzałości owoców (Domian i in., 2013). Zbyt duże cząstki owoców, będą obniżać wydajność tłoczenia natomiast miazga nadmiernie rozdrobniona będzie powodować wzrost oporów hydraulicznych podczas tłoczenia (Bates i in., 2001; Strzałkowska i in., 2011; Nadulski, 2010). Ponadto zbyt duże rozdrobnienie miazgi może również intensyfikować procesy utleniania reaktywnych związków obecnych w owocach (polifenole, witaminy). Ważne jest zatem aby stopień rozdrobnienia był indywidualnie dobrany do owoców, w taki sposób, aby możliwe było otrzymanie soku z możliwie małą ilością osadów, przy jednocześnie dużej wydajności tłoczenia.

Cel pracy

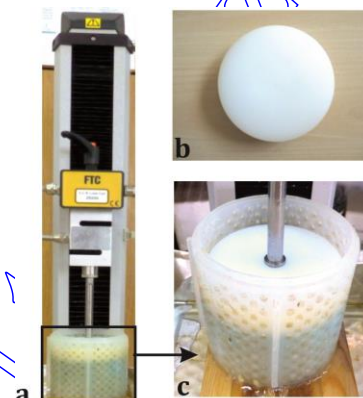
Celem pracy było określenie najlepszego stopnia rozdrobnienia dla miazgi z gruszek, dla którego uzyski soku będą największe a cechy sensoryczne i fizykochemiczne uzyskanych soków najkorzystniejsze.

Materiały i metody

Do badań wykorzystano gruszki odmiany „Konferencja”. Materiał badawczy pozyskano od sadowników z województwa zachodniopomorskiego na początku października. Badania prowadzono przez okres 2 tygodni, co mogło powodować, że stopień dojrzałości gruszek mógł nieznacznie różnić się pomiędzy poszczególnymi próbami. W okresie badań gruszki przechowywano w warunkach chłodniczych, w temperaturze ok. 10°C. Wybierano owoce świeże, zdrowe, twarde, nieuszkodzone mechanicznie, o jednakowym stopniu dojrzałości, który określano za pomocą testu na obecność skrobi. W tym celu płyn Lugola nakrapiano na powierzchnię owoców i oceniano zabarwienie. Brak barwy granatowej oznaczał owoce dojrzałe, bez obecnej skrobi.

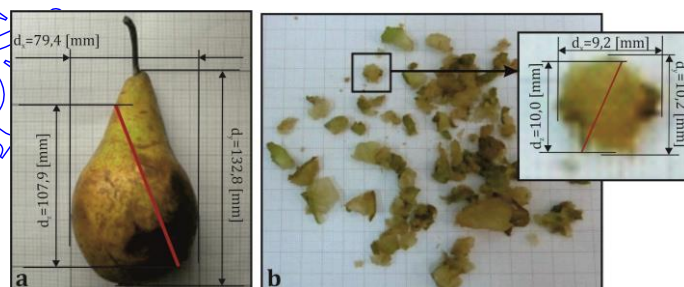
Owoce rozdrabniano na laboratoryjnym wilku firmy Spomasz Polska, z wykorzystaniem czterech zestawów noży i sit, różniących się między sobą wielkością oczek na tarczach (zestaw 1 - tarcza z oczkami o średnicy 16 mm; zestaw 2 - tarcza z oczkami o średnicy 6 mm; zestaw 3 - tarcza z oczkami o

średnicy 3 mm; zestaw 4 - tarcza z oczkami o średnicy 3mm z podwójnymi nożami). Pojedynczy wsad owoców dla każdego zestawu noży i sit wynosił 0,6 kg, dzięki czemu uzyskiwano ok. 0,5 kg miazgi. Badania rozdrabniania prowadzono w trzech powtórzeniach. Miazgę owocową z każdego rozdrobnienia, umieszczano w chustach filtracyjnych w perforowanym naczyniu i tłoczono przy użyciu laboratoryjnej prasy własnej konstrukcji, współpracującej z aparatem Instron FTC TMS PRO, firmy Food Technology Corporation, Virginia, USA (rys. 1) z siłą nacisku tłoka 2000N (0,26 MPa) i prędkością przesuwu tłoka 0,16 mm·s⁻¹. Badania rozdrabniania i tłoczenia prowadzono w trzech powtórzeniach.



Rys. 1. Aparat do tłoczenia soku: a - Instron FTC TMS PRO; b - element tłoka; c - perforowany cylinder

Fig. 1. Apparatus for the pressing of juice: a - the piston element; c - the perforated cylinder



Rys. 2. Metoda wymiarowania: a - gruszki; b - cząstek po rozdrobnieniu

Fig. 2. The dimensioning method: a - pears; b - particles after fragmentation

Owoce i cząstki wymiarowano na podstawie analizy obrazu w osiach x, y, z, wykorzystując do tego program GIMP - Draw Arrow firmy The GIMP Team. Zdjęcia wykonano aparatem fotograficznym firmy Nikon, na papierze milimetrowym. Stopień rozdrobnienia gruszek określano na podstawie wyłocznym, jako stosunek uśrednionych, charakterystycznych wymiarów gruszki przed rozdrobnieniem (rys. 2a) do uśrednionych, charakterystycznych wymiarów cząstek owoców po rozdrobnieniu (rys. 2b). Pomiary gruszek oraz poszczególnych cząstek w każdym powtórzeniu wykonano 10-krotnie.

Wyniki uśredniono a na ich podstawie obliczono graniczny stopień rozdrobnienia gruszek i_g (1) zgodnie z doniesieniami literatury (Błasiński i in., 2001):

$$i_g = \frac{D}{d} \quad (1)$$

gdzie:

$$D = \frac{\sum D_{x,y,z}}{n \cdot r} [mm] \quad (2)$$

$$d = \frac{\sum d_{x,y,z}}{n \cdot r} [mm] \quad (3)$$

Uzyskany sok i wyłoczyny poddawano ocenie, według następujących kryteriów:

- na podstawie masy soku i wyłoków obliczono odpowiednio uzysk soku U_s (4) i uzysk wyłocznin U_w (5), jak również straty w czasie tłoczenia S_T (6);

$$U_s = \frac{m_s}{m_m} \cdot 100\% \quad (4)$$

$$U_w = \frac{m_w}{m_m} \cdot 100\% \quad (5)$$

$$S_T = 100\% - (U_s + U_w) \quad (6)$$

- w ramach analizy sensorycznej uzyskany sok poddano ocenie pod kątem zapachu, barwy oraz klarowności;
- pomierzono zawartość ekstraktu ogólnego (E) z wykorzystaniem refraktometru Abbego oraz za pomocą pH-metru Elmetron (Polska) wartość pH uzyskanych soków;
- obliczono ilość substancji rozpuszczonych w soku S [g], w przeliczeniu na 1 kg miazgi owocowej, zgodnie z równaniem 7.

$$S = E \cdot m_s [g] \quad (7)$$

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej wyliczając odchylenia standardowe dla poszczególnych oznaczeń. Dodatkowo, dla uzysku soku wyliczono istotne różnice pomiędzy badanymi stopniami rozdrobnienia.

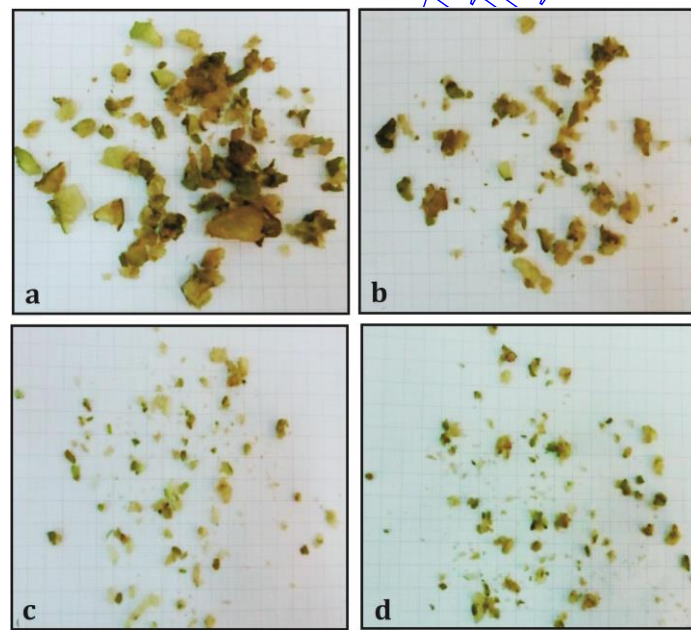
Wykonano analizę wariancji z pojedynczą klasyfikacją, wykorzystując do tego celu test F Fischera-Snedecorna, umożliwiający sprawdzenie hipotezy zerowej, zakładającej jednakowy uzysk soku dla różnych stopni rozdrobnienia a następnie przeprowadzono test t - studenta, na podstawie,

którego stwierdzono najmniejsze istotne różnice między ocenianymi uzyskami. Obliczenia prowadzono dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Analiza uzyskanych stopni rozdrobnienia

Uzyskane rozdrobnienie owoców przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Rozdrobnione cząstki gruszek w zależności od zastosowanego zestawu sit i noży: a – zestaw 1; b – zestaw 2; c – zestaw 3; d – zestaw 4

Fig. 3. Fragmented particles of pears depending on the applied sieves and knives set: a – set 1; b – Set 2; c – a set of 3; d – set of 4

Na podstawie pomierzonych charakterystycznych wymiarów owoców oraz ich cząstek po rozdrobnieniu zgodnie z równaniem 1 określono graniczny stopień rozdrobnienia. Wyniki obliczeń dla użytych zestawów sit i noży zaprezentowano w tabeli 1. Średnia z pomierzonych charakterystycznych wymiarów gruszki wynosi $D = 106,7$ [mm]. Na podstawie uzyskanych wyników sklasyfikowano proces rozdrobnienia (tab. 2).

Tabela 1. Wyniki pomiarów wielkości cząstek w poszczególnych próbach

Table 1. Results of particles measurements in individual samples

	Zestaw 1; Set 1			d_{sr} [mm]	Zestaw 2; Set 2			d_{sr} [mm]	Zestaw 3; Set 3			d_{sr} [mm]	Zestaw 4; Set 4			
	d_x	d_y	d_z		d_x	d_y	d_z		d_x	d_y	d_z		d_x	d_y	d_z	
1	9,87	8,06	10,07	9,33	6,80	7,01	7,80	7,20	5,10	4,20	5,10	4,80	3,62	4,03	3,78	3,81
2	13,81	13,21	14,13	13,72	7,31	8,09	7,40	7,60	4,63	4,77	4,70	4,70	2,50	2,37	3,30	2,72
3	10,00	9,65	9,73	9,79	7,02	8,08	7,65	7,58	5,00	4,03	4,73	4,58	2,48	1,78	4,08	2,79
d [mm]				10,09				7,40				4,70				3,10
I_g				9,79				14,42				22,70				34,42

Tabela 2. Uzyskane stopnie rozdrobnienia gruszek

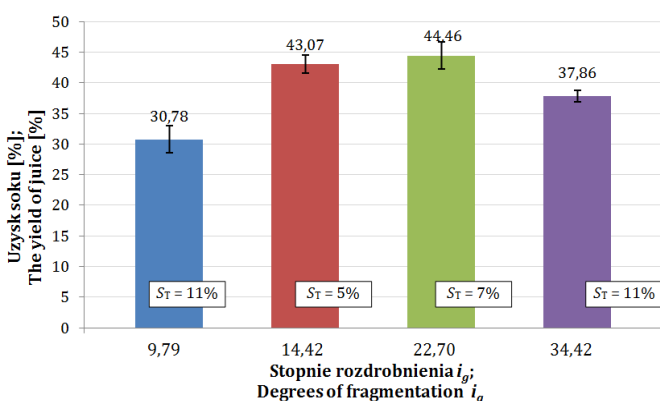
Table 2. Degrees of fragmentation pears

Zestawy sit i noży; Sets of sieves and knives		Stopień rozdrobnienia i_g ; Degree of fragmentation i_g	Rozdrobnienie; Size reduction
1	sito o średnicy oczek 16 mm + nóż obustronny czteroramienny; a sieve with mesh diameter 16 mm + a knife with bilateral fourth-humeral	9,79	Srednie; Medium $5 < i_g < 10$
2	sito o średnicy oczek 6 mm + nóż obustronny czteroramienny; a sieve with mesh diameter 6 mm + a knife with bilateral fourth-humeral	14,42	Drobne; Fine $10 < i_g < 25$
3	sito o średnicy oczek 3 mm + nóż obustronny czteroramienny; a sieve with mesh diameter 3 mm + a knife with bilateral fourth-humeral	22,70	Drobne; Fine $10 < i_g < 25$
4	sito o średnicy oczek 3 mm + nóż obustronny czteroramienny + nóż jednostronny trzyramienny; a sieve with mesh diameter 3 mm + a knife with bilateral fourth-humeral + a knife with bilateral two-humeral	34,42	Bardzo drobne; Very fine $25 < i_g < 50$

Uzyskane wyniki potwierdzają wstępną ocenę wizualną wytłoczn. Każdy zestaw noży oraz sit spowodował uzyskanie innego stopnia rozdrobnienia gruszek. Według literatury najbardziej pożądanym stopniem rozdrobnienia miazgi owocowej przeznaczonej do tłoczenia soku powinien odpowiadać rozdrobnieniu od średniego do drobnego (Jarczyk i Berdowski, 1999). Odpowiada to stopniom rozdrobnienia mieszczącym się w granicach, odpowiednio od $i_g = 5 \div 10$ do $i_g = 10 \div 25$. Taki stopień rozdrobnienia uzyskano po zastosowaniu pierwszego, drugiego i trzeciego zestawu sit i noży. Dla zestawu 4 uzyskano stopień rozdrobnienia $i_g = 34,42$ co odpowiada rozdrobnieniu w stopniu bardzo drobnym, mieszczącym się w granicach $25 < i_g < 50$. Według literatury taki stopień rozdrobnienia miazgi owocowej nie jest zalecany, ze względu na powstawanie dużych oporów hydraulicznych podczas tłoczenia oraz intensyfikację procesów oksydacyjnych wynikających z dostępności tlenu oraz obecności właściwych dla owoców enzymów (Jarczyk i Berdowski, 1999).

Analiza ilości uzyskanego soku i wytłoków

Na rysunku 4 przedstawiono wyniki uzysku soków, jako średnie z trzech powtórzeń dla określonego stopnia rozdrobnienia gruszek oraz strat powstałe w czasie tłoczenia.



Rys. 4. Wpływ stopnia rozdrobnienia gruszek na uzysk soku oraz strat wynikających z tłoczenia

Fig. 4. The influence of the degree of pears fragmentation on yield of juice and losses during the pressing

Zaobserwowano, że stopień rozdrobnienia ma znaczący wpływ na ilość uzyskanego soku. Najmniejszy uzysk soku odnotowano dla średniego stopnia rozdrobnienia owoców ($i_g = 9,79$) i rozdrobnienia bardzo drobnego ($i_g = 34,42$). Dla tych stopni rozdrobnienia uzyskano również największe str-

ty powstałe w czasie tłoczenia (11%). Największy uzysk soku (44, 46%) odnotowano dla drobnego stopnia rozdrobnienia ($i_g = 22,70$). Jest to zatem najkorzystniejszy stopień rozdrobnienia miazgi gruszkowej przeznaczonej do tłoczenia soku. Podobne wyniki uzysku soku, odnotowano dla drobnego rozdrobnienia miazgi owocowej odpowiadającego $i_g = 14,42$. Uzysk dla tej próby nieznacznie odbiegał od najlepszego wyniku (różnica o ok. 1,41%) i statystycznie nie różnił się istotnie (tab. 3).

Tabela 3. Analiza stopnia rozdrobnienia owoców na uzysk soku

Table 3. The analysis of degree of size reduction on the juice yield

Źródło zmienności; Source of variation	Liczba stopni swobody; Number of degrees of freedom	Suma kwadratów odchyliń; The sum of the squared deviations	Średni kwadrat; The mean square	$F_{obliczone}$; $F_{calculated}$	$F_{tablicowe}$; F_{array}	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
Między obiektami (T); Between the objects (T);	2	1,82	0,91	4,80**	2,77	4,60	
Wewnątrz obiektów Błąd (E); Inside the objects Error (E);	9	17106,31	1900,70	-	-	-	
Całkowite; Complete	11	17104,49	-	-	-	-	

Na podstawie obliczeń wykazano, że zachodzi nierówność $F_{obliczone} > F_{tablicowe}$. Daje to podstawę do twierdzenia, że hipoteza o istnieniu różnicowania pomiędzy stopniem rozdrobnienia miazgi z gruszek a uzyskiem soku z gruszek w trakcie tłoczenia jest prawdziwa. Dla sprawdzenia najmniejszych istotnych różnic w uzyskach soków pomiędzy badanymi stopniami rozdrabniania przeprowadzono dodatkowo test NIR z wykorzystaniem testu t - Studenta. Wartość NIR wynosi 11,6. W badaniach mamy do czynienia z sześcioma parami średnich. Ponieważ, największy uzysk soku odnotowano dla zestawów noży i sit 2 i 3, co odpowiadało rozdrobnieniu drobnemu to w pierwszej kolejności test NIR wykonano dla tej pary średnich $|\bar{x}_3 - \bar{x}_2| = 1,39$. Ponieważ zachodzi nierówność $|\bar{x}_3 - \bar{x}_2| < NIR$, to oznacza to, że uzyski soku w obu tych próbach nie różnią się od siebie istotnie. Ze względu na powyższy brak różnic, w kolejnych analizach pominięto wyniki uzyskane dla zestawu 2, a analizy prowadzono wyłącznie dla zestawu 3, dla którego uzyskano najlepsze wyniki. Analizy

kolejnych par uzyskanych średnich ($|\bar{x}_3 - \bar{x}_1| = 13,68$, $|\bar{x}_4 - \bar{x}_3| = 6,6$), wykazały istotne różnice w uzyskach soku pomiędzy średnim a drobnym stopniem rozdrobnienia miazgi ($|\bar{x}_3 - \bar{x}_1| > NIR$) oraz brak istotności pomiędzy drobnym a bardzo drobnym stopniem rozdrobnienia ($|\bar{x}_4 - \bar{x}_3| < NIR$). Na tej podstawie można twierdzić, że te stopnie rozdrobnienia miazgi gruszkowej istotnie wpływają na uzysk soku w procesie tłoczenia.

Na rysunku 5 przedstawiono wyniki uzysku wytlóczyń, jako średnie z trzech powtórzeń dla określonego stopnia rozdrobnienia gruszek.

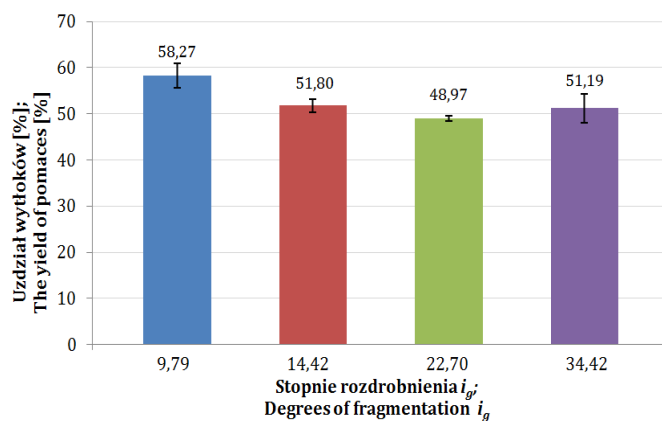
Analogicznie jak do poprzednich wyników zaobserwowano, że stopień rozdrobnienia miazgi gruszkowej wpływa na uzysk wytlóczyń po procesie tłoczenia. Dla zestawu pierwszego ($i_g = 9,79$), otrzymano największy uzysk wytlóczyń – 58,27%, natomiast najmniejszy (48,97%) uzyskano dla zestawu trzeciego ($i_g = 22,70$). W pozostałych próbach uzysk wytlóczyń był na zbliżonym poziomie i wynosił 51,8% dla zestawu drugiego i 51,19% dla zestawu czwartego. Biorąc jednak pod uwagę straty uzyskane w czasie tłoczenia S_t (rys. 4) można stwierdzić, że najbardziej korzystnym stopniem rozdrobnienia miazgi gruszkowej ze względów ekonomicznych jest zastosowanie rozdrobnienia, na poziomie $i_g = 22,70$.

Tabela 4. Analiza cech sensorycznych uzyskanego soku

Table 4. Sensory analysis of obtained juice

	Stopień rozdrobnienia i_g ; Degree of fragmentation i_g			
	9,79 Rozdrobnienie średnie; Medium fragmentation	14,42 Rozdrobnienie drobne; Fine fragmentation	22,70 rozdrobnienie drobne; Fine fragmentation	34,42 Rozdrobnienie bardzo drobne; Very fine fragmentation
Zapach; Smell	Charakterystyczny, bez zapachów obcych; Characteristic, without foreign odors	Charakterystyczny, bez zapachów obcych; Characteristic, without foreign odors	Charakterystyczny, bez zapachów obcych; Characteristic, without foreign odors	Charakterystyczny, bez zapachów obcych; Characteristic, without foreign odors
Barwa; Colour	Słomkowa, właściwa dla użytego surowca; Light brown, typical for used raw material	Słomkowa, właściwa dla użytego surowca; Light brown, typical for used raw material	Słomkowa, właściwa dla użytego surowca; Light brown, typical for used raw material	Słomkowa, właściwa dla użytego surowca; Light brown, typical for used raw material
Klarowność; Clarity	Sok mętny, obecność małej ilości osadu; Turbid juice, with small amount of sediments	Sok mętny, obecność małej ilości osadu; Turbid juice, with small amount of sediments	Sok mętny, obecność małej ilości osadu; Turbid juice, with small amount of sediments	Sok mętny, obecność dużej ilości osadu; Turbid juice, with great amount of sediments

Stwierdzono, że stopień rozdrobnienia miazgi nie ma wpływu na cechy sensoryczne soku. W każdej próbie sok posiadał podobny zapach i barwę. Zapach był charakterystyczny dla soku z gruszek, prawidłowy dla użytego surowca bez obcych zapachów. Natomiast barwa soku była jasnobrązowa, charakterystyczna dla soku z gruszek. Wszystkie soki były mętne, opalizujące z obecnością cząstek stałych pochodzących z tkanki roślinnej. Przy bardzo drobnym rozdrobnieniu ($i_g = 34,42$) zaobserwowano jedynie, że sok zawierał znacznie więcej osadów niż w przypadku pozostałych prób. Wynikało to z faktu, że w czasie tłoczenia cząstki owoców przechodziły przez chusty filtracyjne. Na rysunku 6 przedstawiono średnie z pomiarów dotyczące zawartości ekstraktu ogólnego i współczynnika refrakcji w badanych sokach.



Rys. 5. Wpływ stopnia rozdrobnienia gruszek na udział wytlóczyń otrzymanych podczas tłoczenia

Fig. 5. The influence of the degree of size reduction pears fragmentation on pomaces used during the pressing

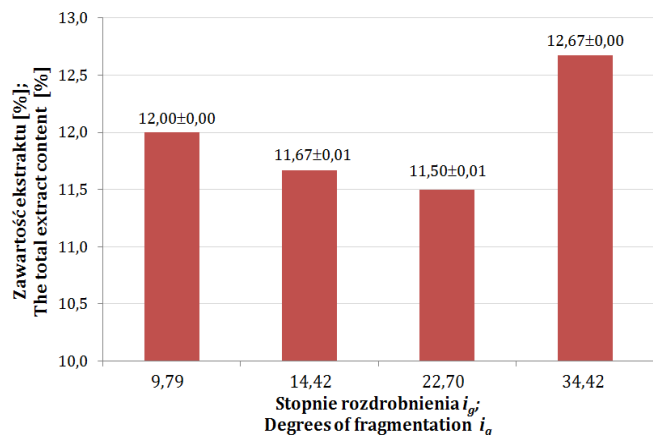
Analiza wyników oceny jakości soku

W tabeli 4 przedstawiono wyniki z oceny sensorycznej uzyskanych soków.

Minimalna wartość zawartości ekstraktu ogólnego wg PN-A-75958:2002 powinna wynosić nie mniej niż 11,2%. Wszystkie uzyskane soki spełniały ten warunek (rys. 6). Największa zawartość ekstraktu w soku uzyskanego z bardzo drobnego stopnia rozdrobnienia $i_g = 34,42$ wynikała z obecności dużej ilości osadu pochodzącego z tkanki roślinnej, niż jak to miało miejsce w pozostałych próbach. Przeliczając uzyskane wyniki na ilość substancji rozpuszczonych w soku, okazało się, że jest ich więcej w sokach uzyskanych z miazgi o drobnym rozdrobnieniu (dla $i_g = 14,42$ uzyskano 50,3 g substancji rozpuszczonych/kg miazgi; dla $i_g = 22,70$ uzyskano 49,6 g substancji rozpuszczonych/kg miazgi). W przypadku bardzo drobnego rozdrobnienia ($i_g = 34,42$) uzyskano 48 g substancji rozpuszczonych/kg miazgi).

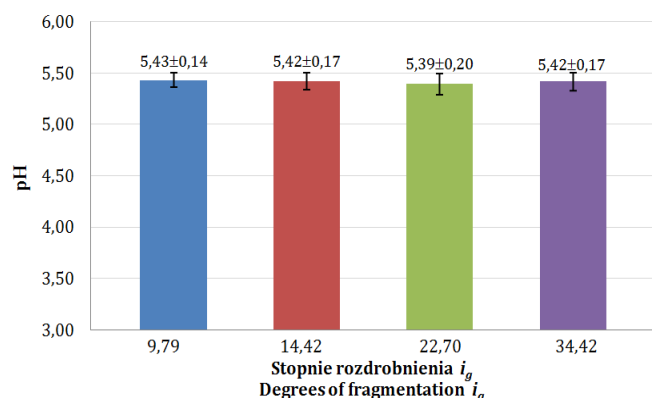
czonych/kg miazgi, natomiast dla rozdrobnienia średniego $i_g = 9,79$ uzyskano 37 g substancji rozpuszczonych/kg miazgi.

Na rysunku 7 przedstawiono wyniki dotyczące pH soków. Na ich podstawie stwierdzono, że stopień rozdrobnienia nie wpływa na zmiany pH soku i utrzymuje się na stałym poziomie ok 5,4. Uzyskane wartości mieszczą się w wymaganiach normy PN-A-75958:2002, która wskazuje zakres pH 3-6.



Rys. 6. Wpływ stopnia rozdrobnienia gruszek na zawartość ekstraktu ogólnego w sokach

Fig. 6. The influences of pears fragmentation on total extract content in juices



Rys. 7. Wpływ stopnia rozdrobnienia gruszek na wartość pH soków

Fig. 7. The influence of pears fragmentation on pH of juices

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań i ich interpretacji sformułowano następujące wnioski:

1. Stopień rozdrobnienia istotnie wpływa na wydajność tłoczenia i uzysk soku z gruszek. Rozdrobnienie średnie oraz bardzo drobne miazgi są niekorzystne, gdyż w procesie tłoczenia uzyskuje się istotnie mniejszą ilość soku (rozdrobnienie średnie) i dużą ilość osadów (rozdrobnienia bardzo drobne).
2. Największą wydajność tłoczenia miazgi gruszkowej uzyskano dla dwóch prób, w których zastosowano drobny stopień rozdrobnienia $i_g = 22,70$ (45%) oraz $i_g = 14,42$ (43%). Dla tych prób, uzyskano również najlepsze właściwości soków i największą ilość substancji rozpuszczonych w soku.
3. Różnicowany stopień rozdrobnienia miazgi gruszkowej nie wpłynął na jakość sensoryczną otrzymanych soków. Różnica, jaką zaobserwowano, była w ilości osadów stałych oraz klaworności. Soki nie różniły się wartością pH a różnice w zawar-

tości ekstraktu ogólnego były niewielkie i mieściły się w granicach 11,5% - 12,7%.

Bibliografia

- Bates, R.P., Morris, J.R., Crandall, P.G. (2001). *Tree fruit: apple, pear, peach, plum, apricot and plums*. In R.P. Bates, J.R. Morris, P.G. Crandall (Eds.), Principles and practices of small- and medium-scale fruit juice processing Rome: FAO Agricultural Publication, 151-169.
- Błaśiński, H., Pyć, K.W., Rzyński, E. (2001). *Maszyny i aparatura technologiczna przemysłu spożywczego*. Skrypty dla Szkół Wyższych (Politechnika Łódzka) Łódź, ISBN:837283041X.
- 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.
- De Paepe, D., Coudijzer, K., Noten, B., Valkenburg, D., Servaes, K., De Loose, M., Diels, L., Voorspoels, S., Van Droogenbroeck, B. (2015). Pilot-scale production of cloudy juice from low-quality pear fruit under low-oxygen conditions. *Food Chemistry*, 173(15), 827-837. doi:10.1016/j.foodchem.2014.10.018.
- Domian, E., Cenikier, J., Wojnowski, M. (2013). Niepożądane rozdrabnianie i segregacja. *Przemysł Spożywczy*, 11, 17-19.
- Foster-Powell, K., Holt, S.H.A., Brand-Miller, J.C. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 5-56.
- Jarczyk, A., Berdowski, J., *Przetwórstwo owoców i warzyw cz. 2*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1999, ISBN: 830207165X.
- Kidoń, M., Czapski, J. (2011). Wpływ obróbki miazgi na uzysk soku tłoczonego z marchwi purpurowej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 558, 111-118.
- Lima, M.S., Dutra, M.C.P., Toaldo, I.M., Correa, L.C., Pereira, G.E., Oliveira, D., Bordignon-Luiz, M.T., Ninow, J.L. (2015). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. *Food Chemistry*, 188, 384-392 doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.014.
- Markowski, J., Zbrzeźniak, M., Mieszczakowska-Frać, M., Rutkowski, K., Popińska, W. (2012). Effect of cultivar and fruit storage on basic composition of clear and cloudy pear juices. *LWT - Food Science and Technology*, 49, 263-266. doi.org/10.1016/j.lwt.2012.06.024
- 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. *Journal of Food Science*, 56(6), 1628-1631.
- Nadulski, R. (2002). Wpływ obróbki mikrofalowej na efektywność tłoczenia soku z wybranych warzyw korzeniowych. *Inżynieria Rolnicza*, 4, 227-233.
- Nadulski, R. (2010). Wpływ prędkości tłoka i stopnia rozdrobnienia surowca na wydajności energochłonność tłoczenia miazg warzywnych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 546, 237-243.
- Nadulski, R., Wawryniuk, P. (2009). Ocena możliwości wykorzystania zamrażania jako obróbki wstępnej przed tłoczeniem miazg. *Inżynieria Rolnicza*, 2(111), 123-130.
- Nadulski, R., Zawisłak, K., Panasiewicz, M., Strzałkowska, K. (2013). Intensyfikacja procesu tłoczenia soków z wy-

- branych warzyw korzeniowych z zastosowaniem techniki mrożenia. *Inżynieria Rolnicza*, 1(141), 133-141.
- PN-73/R-75025, *Owoce świeże – Gruszki*, Warszawa, Wyd. PKN.
- PN-A-75958:2002, *Produkty warzywne i owocowo-warzywne – Soki*, Warszawa, Wyd. PKN, 2002.
- Salta, J., Martins, A., Santos, R.G., Neng, N.R., Nogueira, J.M. F., Justino, J., Rauter, A. P. (2010). Phenolic composition and antioxidant activity of Rocha pear and other pear cultivars – A comparative study. *Journal of Functional Foods*, 2, 153–157.
- Sliwinski, A. (2001). *Ultradźwięki i ich zastosowanie*. Warszawa, WNT, ISBN 83-204-2567-04.
- Strzałkowska, K., Nadulski, R., Wróblewska-Barwińska K. (2011). Efektywność pozyskiwania soku z warzyw korzeniowych w zależności od stopnia rozdrobnienia miazgi i prędkości tłoczenia. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria* 10(3-4), 27-33.
- Wang, W.C., Sastry, S.K. (2002). Effects of moderate electrothermal treatments on juice yield from cellular tissue. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3(4), 371-377.

Joanna Piepiórka-Stepuk

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
Politechnika Koszalińska

e-mail: joanna.piepiorka@tu.koszalin.pl