

WPŁYW PARAMETRÓW PROCESU ZAGĘSZCZANIA NA JAKOŚĆ KONCENTRATU SOKU JABŁKOWEGO

Rafał Nadulski

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Do produkcji koncentratów soków owocowych powszechnie wykorzystuje się wyparki próżniowe prowadząc proces odparowania wody w temperaturach 50-70°C. Mimo stosowania tej techniki produkcji od lat badacze w niewielkim stopniu analizują zmiany jakościowe soku podczas procesu zagęszczania. Celem pracy była ocena przydatności laboratoryjnej wyparki próżniowej do badań procesu zagęszczania soków owocowych. Zakres pracy obejmował: dobór i ustalenie optymalnych parametrów pracy urządzenia, analizę przebiegu procesu zagęszczania oraz ocenę wybranych parametrów jakościowych soku.

Słowa kluczowe: sok jabłkowy, zagęszczanie, wyparka próżniowa, ekstrakt

Wykaz oznaczeń

m_k – masa koncentratu [g],
 V_p – objętość koncentratu [ml],
 E_k – zawartość ekstraktu [°Brix],
 ρ – gęstość koncentratu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],
 t – czas [s],
 T – temperatura [°C].

Wprowadzenie

Produkcja owoców ziarnkowych w Polsce przekracza 2 mln ton, przy czym zdecydowaną większość stanowią jabłka. Znaczna część owoców przeznaczona jest do przetwórstwa do produkcja zagęszczonych soków jabłkowych [Szymczak i in. 1997]. Soki owocowe są atrakcyjnym środkiem spożywczym ze względu na wysoka zawartość składników odżywczych przy stosunkowo niskiej wartości energetycznej. W krajach o klimacie umiarkowanym jabłka są podstawowym źródłem związków fenolowych o działaniu przeciwutleniającym w diecie człowieka. Do przerobu na soki kierowane są jabłka o różnej jakości i cechach odmianowych. Jakość soku jest oceniana przede wszystkim pod kątem jego przydatności technologicznej natomiast praktycznie nie prowadzi się badań właściwości prozdrowotnych otrzymanego soku [Sieliwanowicz i in. 2005]. Soki ze świeżych owoców otrzymywane są metodami mechanicznymi oraz produkowane są z koncentratów z dodatkiem naturalnych substancji aromatycznych. Zagęszczanie soków owocowych polega na uzyskaniu trwałych form soku poprzez usunięcie nadmiaru wody. Stosowane techniki to:

odparowanie, wymrażanie (kriokoncentracja) oraz procesy membranowe [Kroll 2001; Horubała i Płocharski 1999; Lewicki 1999]. Spośród wymienionych metod produkcji koncentratów soków owocowych powszechnie stosowane jest zagęszczanie w wyparkach próżniowych przy temperaturach w granicach 50-70°C. Stosowanie niskich temperatur podczas odparowania korzystnie wpływa na jakość uzyskiwanych soków [Cortes i in. 2006]. Mimo stosowania tej techniki produkcji od lat badacze w niewielkim stopniu analizują zmiany jakościowe soku podczas procesu zagęszczania.

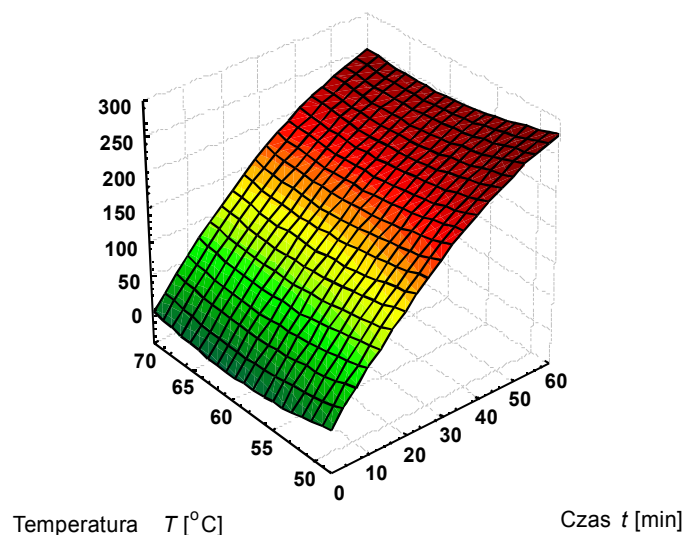
Celem pracy była ocena przydatności laboratoryjnej wyparki próżniowej do badań procesu zagęszczania soków owocowych. Zakres pracy obejmował: dobór i ustalenie optymalnych parametrów pracy urządzenia, analizę przebiegu procesu zagęszczania oraz ocenę wybranych parametrów jakościowych soku.

Warunki i metody badań

Badania przeprowadzono na jabłkach odmiany Idared. Do doświadczeń użyto owoców zdrowych, bez uszkodzeń mechanicznych. Umyty i obrany surowiec został rozdrobniony na maszynie rozdrabniającej MKJ250 produkcji Spomasz Nakło przy użyciu tarczy o średnicy oczek 3 mm. Proces wyciskania soku przeprowadzono na laboratoryjnej prasie koszowej własnej konstrukcji. Do zagęszczania soku stosowano wyparkę próżniową firmy Büchi model Rotavator R210. Zawartość ekstraktu w soku określano przy pomocy refraktometru ATAGO model PAL-1 o zakresie pracy 0-95°Brix. Pomiaru pH soku dokonywano przy pomocy pehametru firmy ELMETRON model CP-411 wyposażonego w elektrodę EPP-3. Ponadto wykorzystywano wagę laboratoryjną WSP 2100/C/1 oraz drobny sprzęt laboratoryjny (cylinder 250 ml, zlewki, pipeta). Uzyskany przy pomocy prasy sok surowy poddawano zagęszczaniu stosując próbki o objętości 300 ml. Proces zagęszczania prowadzono w czasie 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 i 60 min, przy temperaturze wrzenia soku wynoszącej: 50°C, 60°C, 70°C. Prędkość obrotowa kolby wynosiła 100 obr·min⁻¹. W czasie eksperymentu wyznaczano następujące wielkości: masę i objętość koncentratu, objętość skroplin, temperaturę oparów, stopień zagęszczenia soku, gęstość koncentratu, zawartość ekstraktu i pH koncentratu. Wyniki poddano analizie statystycznej przy pomocy analizy wariancji ANOVA dla układów czynnikowych i testowi Fischera NIR (najmniejszych istotnych różnic) wykorzystując program Statistica firmy StatSoft.

Wyniki badań

Maksymalny czas zagęszczania soku podczas eksperymentu wynosił 60 minut. Po tym czasie w przypadku zagęszczania soku w temperaturze 50°C uzyskano koncentrat o ekstrakcie wynoszącym 77,2°Brix. Koncentrat ten charakteryzował się wysoką lepkością przyjmując konsystencję galaretowatą, co w warunkach eksperymentu uniemożliwiało przeprowadzenie kompleksowych badań koncentratu o tej postaci. W związku z tym ograniczono się do wyników badań otrzymanych podczas zagęszczania soku w czasie do 50 minut. Analiza statystyczna wyników badań wykazała istotny wpływ temperatury i czasu na przebieg procesu zagęszczania. Na rys. 1 przedstawiono graficznie zmiany masy uzyskiwanego koncentratu w zależności od czasu i temperatury zagęszczania.

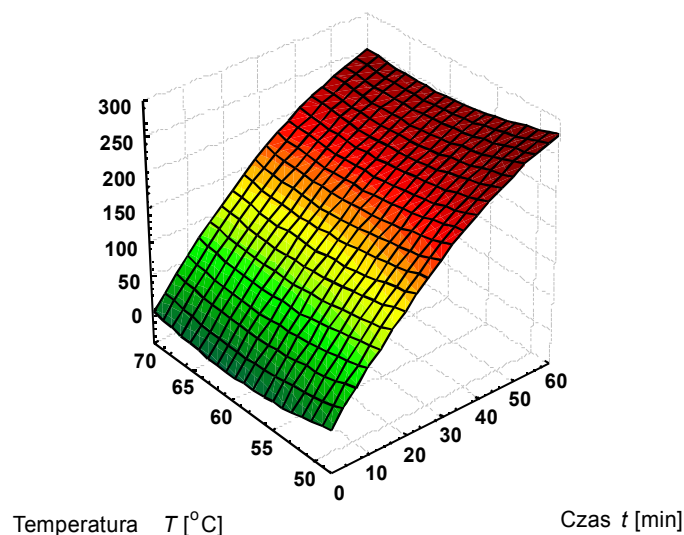


Rys. 1. Zależność masy koncentratu m_k od czasu t i temperatury T zagęszczania
 Fig. 1. Relation between concentrate mass m_k and time t and temperature T of concentration

Jak wynika z analizy wykresu (rys. 1) w tym samym czasie najwięcej wody odparowano podczas zagęszczania soku w temperaturze 50°C i odpowiadającej jej ciśnieniu 50 mbarów, natomiast najmniejszą w temperaturze 70°C i odpowiadającej jej ciśnieniu 150 mbarów. Zależności pomiędzy masą koncentratu m_k i czasem zagęszczania t opisano w postaci równań drugiego stopnia:

- dla temperatury 50°C: – $m_k = 0,081t^2 - 9,946t + 302,399$; $R^2 = 0,976$,
- dla temperatury 60°C: – $m_k = 0,041t^2 - 6,733t + 299,982$; $R^2 = 0,991$,
- dla temperatury 70°C: – $m_k = 0,038t^2 - 6,221t + 296,005$; $R^2 = 0,988$.

Na rys. 2 przedstawiono zmiany objętości uzyskiwanych skroplin w zależności od czasu i temperatury procesu. Analiza wyników badań wskazuje, że sumaryczna masa uzyskanego koncentratu i skroplin daje wartość niższą niż masa próbki soku poddawana zagęszczaniu. Spowodowane jest to przedostawaniem się oparów na zewnątrz układu poprzez pompę próżniową. Jak wynika z obliczeń straty te wynoszą od 3,8 do 5,7% w zależności od warunków prowadzenia procesu. Temperatura oparów na wejściu do chłodnicy była średnio o 15-16°C niższa od temperatury wrzenia soku i wynosiła 35°C podczas zagęszczania soku w temperaturze 50°C, 45°C podczas zagęszczania soku w temperaturze 60°C i 54°C podczas zagęszczania soku w temperaturze 70°C.



Rys. 2. Zależność objętości skroplin V_p od czasu t i temperatury T zagęszczania
 Fig. 2. Relation between condensate volume V_p and time t and temperature T of concentration

Zależności pomiędzy objętością skroplin V_s i czasem zagęszczania t opisano w postaci równań drugiego stopnia:

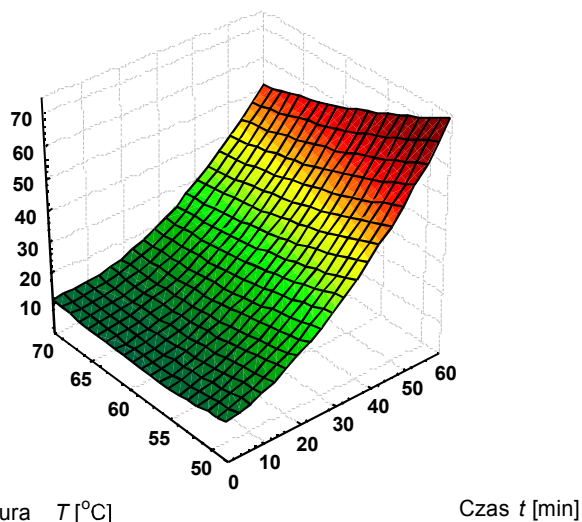
- dla temperatury 50°C: – $V_k = -0,068t^2 - 8,432t - 5,102$; $R^2 = 0,978$,
- dla temperatury 60°C: – $V_k = -0,036t^2 - 6,544t + 3,199$; $R^2 = 0,989$,
- dla temperatury 70°C: – $V_k = -0,027t^2 - 5,819t + 2,305$; $R^2 = 0,991$.

Na rys. 3 przedstawiano zawartość ekstraktu w koncentracie w zależności od temperatury wrzenia soku i czasu zagęszczania. Świeży sok z jabłek odmiany Idared wykorzystany w eksperymencie posiadał zawartość ekstraktu wynoszącą 11,6°Brix. Zagęszczając sok w temperaturze 50°C w czasie 50 minut uzyskano zawartość ekstraktu wynoszącą 58,2°Brix, natomiast w tym samym czasie sok zagęszczany w temperaturze 70°C osiągnął zawartość ekstraktu wynoszącą 38,9°Brix.

Zależności pomiędzy zawartością ekstraktu E_k i czasem zagęszczania t opisano w postaci równań drugiego stopnia:

- dla temperatury 50°C: – $E_k = 0,015t^2 + 0,205t + 11,079$; $R^2 = 0,992$,
- dla temperatury 60°C: – $E_k = 0,013t^2 + 0,182t + 10,199$; $R^2 = 0,991$,
- dla temperatury 70°C: – $E_k = 0,009t^2 + 0,105t + 11,899$; $R^2 = 0,988$.

Analiza statystyczna wyników badań wykazała brak wpływu warunków prowadzenia procesu zagęszczania soku jabłkowego na kwasowość otrzymanego koncentratu. We wszystkich przypadkach oznaczona wartość pH koncentratu zawierała się w przedziale od 3,5 do 3,7.



Rys. 3. Zawartość ekstraktu E_k w koncentracie soku jabłkowego w zależności od czasu t i temperatury T zagęszczania

Fig. 3. Content of extract E_k in apple juice concentrate depending on time t and temperature T of concentration

Wnioski

Przeprowadzone badania pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. W warunkach eksperymentu optymalna temperatura zagęszczania soku jabłkowego wynosi 50°C przy ciśnieniu 50 mbarów, co pozwala na uzyskanie soku o zawartości ekstraktu ok. 58°Brix .
2. Maksymalną zawartość ekstraktu w koncentracie wynoszącą $77,2^{\circ}\text{Brix}$ uzyskano zagęszczając sok jabłkowy w temperaturze 50°C w czasie 60 minut.
3. Zależność pomiędzy masę koncentratu i czasem zęszczania, objętością skroplin i czasem zagęszczania oraz zawartość ekstraktu i czasem zagęszczania opisano przy pomocy równań stopnia drugiego uzyskując bardzo dobre dopasowanie krzywych do danych eksperymentalnych (R^2 od 0,976 do 0,992).
4. Nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian w kwasowości koncentratu w zależności od czasu i temperatury zagęszczania soku a pH koncentratu zawierało się w przedziale od 3,5 do 3,7.
5. Badania potwierdziły przydatność zastosowanej wyparki laboratoryjnej do prowadzenia badań procesu zagęszczania, przy czym przy zawartości ekstraktu powyżej 70°Brix są trudności określeniem cech fizycznych koncentratu.

Bibliografia

- Cortes C., Esteve M. J., Rodrigo D., Torregrosa F., Frigola A.** 2006. Changes of color and carotenoids contents during high intensity pulsed electric field treatment in orange juice. *Food Chem. Toxic.*, 44, s. 1932-1939.
- Horubala A., Plocharski W.** 1999. Światowe tendencje w technice i technologii soków i napojów. *Przem. Ferment. i Owoc.-Warzyw.* Nr 11, s. 29-36.
- Kroll J.** 2001. Zastosowanie procesów membranowych w produkcji koncentratu soku jabłkowego. *Przem. Spoż.*, 8, s. 56-57.
- Lewicki P. P.** 1998. Tendencje w rozwoju technologii żywności. *Przem. Spoż.* Nr 9, s. 31-35.
- Sieliwanowicz B., Hałasińska A. G., Trzcńska M., Jakubowski A., Lipowski J., Skąpska S.** 2005. Zmiany zawartości związków fenolowych, parametrów barwy i aktywności przeciwutleniającej w czasie przechowywania soków z wybranych odmian jabłek. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 4(10), s. 83-91.
- Spicer A.** (red.) 1980. Nowe metody zagęszczania i suszenia żywności. WNT, Warszawa.
- Szymczak J., Plocharski W., Markowski K.** 1997. Wpływ obróbki enzymatycznej miazgi na wydajność moszczu oraz ilość i jakość substancji pektynowych w suszonych wyłoków jabłkowych. *Przem. Ferment. i Owoc.-Warzyw.* Nr 11, s. 28-29.

THE INFLUENCE OF CONCENTRATION PROCESS PARAMETERS ON APPLE JUICE CONCENTRATE QUALITY

Abstract. Vacuum evaporators are universally used for production of fruit juice concentrates. Water evaporation process is carried out at the temperature ranging from 50 to 70°C. In spite of using this production technique, for many years now the researchers have been analysing qualitative changes in juice during concentration process to a small extent only. The purpose of the work was to assess usability of laboratory vacuum evaporator for examination of fruit juice concentration process. The scope of work included: selection and establishing of optimal equipment operation parameters, concentration process progress analysis, and assessment of selected qualitative parameters of juice.

Key words: apple juice, concentration, vacuum evaporator, extract

Adres do korespondencji:

Rafał Nadulski
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Doświadczalna 44
20-236 Lublin