

**IZABELA LUBECKA, EUGENIUSZ POGORZELSKI****Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności****Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii****Politechnika Łódzka**

## **WPLYW PROCESU TECHNOLOGICZNEGO NA STĘŻENIA ZWIĄZKÓW MINERALNYCH W SOKU I KONCENTRACIE JABŁKOWYM**

Opiniodawca: **dr hab. Wojciech Ambroziak prof. nadzw. PŁ**

*Przedmiotem analiz były próby soku jabłkowego: bezpośrednio po tłoczeniu, po procesie depektynizacji, po klarowaniu, ultrafiltracji i zagęszczaniu. Na podstawie przeprowadzonych badań oraz oceny wyników można stwierdzić, że zawartość substancji mineralnych zmienia się w trakcie całego procesu technologicznego. Wykazano, że zarówno rodzaj użytego preparatu enzymatycznego podczas procesu depektynizacji, jak i ilość środka klarującego, ma wpływ na skład popiołu soku jabłkowego. Zastosowanie procesu ultrafiltracji spowodowało zatrzymanie badanych pierwiastków, w tym jonów wapnia, przez membrany filtracyjne i obniżenie ich zawartości w finalnym produkcie.*

### **1. Wprowadzenie**

Związkami mineralnymi organizmów roślinnych, środków spożywczych i napojów nazywa się te składniki, które po spaleniu pozostają w postaci popiołu. W przeważającej ilości występują w popiołach takie pierwiastki, jak: wapń, fosfor, chlor, sód, potas, magnez, natomiast w ilościach bardzo małych, np.: żelazo, cynk, miedź, mangan, molibden. Pierwiastki wchodzące w skład popiołu mogą występować w napojach nie tylko w postaci związków zdysocjowanych (solach), ale również w formie związków kompleksowych [1].

Surowiec przeznaczony do produkcji wina, taki jak moszcz bądź sok powinien zawierać odpowiednią ilość związków mineralnych, gdyż stanowią one naturalny korzystny składnik pożywki dla drożdży podczas procesu

fermentacji. Zarówno ich nadmiar jak i niedobór może być powodem nieprawidłowego przebiegu tego procesu [2]. W technologii winiarskiej minimalna zawartość popiołu zarówno w moszczach jak i w winach, jest wielkością normowaną. Pozwala to na określenie stopnia rozcieńczenia moszczu i kontrolę ewentualnych zafałszowań [3,4]. W soku przeznaczonym na rynek właściwa zawartość związków mineralnych zapewnia konsumentom korzyści zdrowotne, ze względu na ich wysokie właściwości dietetyczne.

Zawartość składników mineralnych w owocach zależy od wielu czynników, a zwłaszcza od typu gleby, na której rosną rośliny, warunków klimatycznych, rodzaju i ilości stosowanych nawozów, stopnia dojrzałości zbieranych owoców [5], a także od stopnia zanieczyszczenia środowiska [6] oraz warunków przechowywania i transportu owoców [7-9]. W soku skład jakościowy popiołu nie różni się od składu popiołu surowca przeznaczonego do ich produkcji. Jednak na skład ilościowy popiołu w produkcie końcowym znacznie wpływa sposób przeprowadzenia poszczególnych etapów procesu technologicznego otrzymywania finalnego produktu [10,11].

Przedmiotem zainteresowania i celem wykonanej pracy było określenie wpływu sposobu przeprowadzenia procesu technologicznego, a zwłaszcza etapu depektynizacji, klarowania i ultrafiltracji, na zawartość substancji mineralnych, głównie jonów wapnia, w soku jabłkowym. Ponadto przeprowadzono badania nad wpływem różnych handlowych preparatów enzymatycznych i ilości dodawanych środków klarujących na zawartość magnezu, wapnia, sodu i potasu w koncentracie jabłkowym. Praca ta jest kontynuacją badań mających na celu określenie przyczyn występowania w soku jabłkowym osadu, którego główny składnik zidentyfikowano jako uwodniony kwaśny jabłczan wapnia  $\text{Ca}^{2+} \cdot 2(\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Podwyższona ilość jonów wapnia w finalnym produkcie, czyli w koncentracie jabłkowym, przy podwyższonej kwasowości odpowiada za powstanie tego typu osadu. Według informacji uzyskanych od producentów koncentratów jabłkowych osady krystaliczne występują dość rzadko w tym produkcie, ale stanowią uciążliwą wadę powodującą niedrożność zaworów i przewodów, co utrudnia tym samym pobieranie koncentratu z tanków przechowalniczych [12].

## 2. Materiał i metody

W badaniach wykorzystano próbki soków i koncentratu jabłkowego z zakładu „Hortex” w Skierniewicach. Próbkę soków były pobrane z kolejnych pięciu etapów otrzymywania zagęszczonego soku jabłkowego, a mianowicie: po procesie rozdrabniania, depektynizacji, po dodaniu środka klarującego, ultrafiltracji i zagęszczania.

W kolejnych etapach technologicznych stosowano następujące środki:

- w procesie depektynizacji enzymy firmy Novozymes:
  - preparat Pectinex 100 L do depektynizacji soku przed zagęszczaniem stosowany w dawce 0,41l na 12m<sup>3</sup>,
  - preparat Amylase AG 300L o aktywności glukoamylazy, stosowany w celu degradacji skrobi w sokach owocowych w dawce 0,15l na 12m<sup>3</sup>,
- w procesie klarowania:
  - SIHA-AktivBentonit firmy Begerow Polska Sp. Z o.o. - bentonit sodowo-wapniowy o bardzo wysokich zdolnościach adsorpcyjno-klarujących dozowany w dawce 30kg na 12m<sup>3</sup> lub 60kg na 12m<sup>3</sup>,
  - SIHA Gelatine „fine granulated” firmy Begerow Polska Sp. z o.o. – żelatyna o optymalnej do klarowania soków i win liczbie Blooma, w postaci drobnoziarnistej, bardzo dobrze rozpuszczalnej stosowana w dawce 0,3kg na 12m<sup>3</sup> lub 0,5kg na 12m<sup>3</sup>,
  - Baykisol 30 – żół kwasu krzemowego firmy Bayer AG o bardzo szerokim zakresie działania, doskonale współpracujący z żelatyną, przeznaczony do klarowania soków z owoców ziarnkowych, jagodowych i win w dawce 1,5kg na 12m<sup>3</sup> lub 2,5kg na 12m<sup>3</sup>,
- do zabiegu ultrafiltracji wykorzystano membrany Kocha.

Przeprowadzono także proces depektynizacji soku surowego po rozdrobieniu jabłek za pomocą trzech różnych handlowych preparatów pektynolitycznych:

- Novoferm 115 – producent Novozymes, oddział w Warszawie
- Pektopol PT-400 – producent Zakłady Przemysłu Owocowo – Warzywnego „Pektowin” Sp.z o.o. w Jaśle
- Pectinex SMASH – producent Novozymes, oddział w Warszawie

Analizę identyfikacji ilościowej i jakościowej metali wapnia, magnezu, sodu i potasu występujących w sokach i koncentracie jabłkowym wykonano metodą spektrometrii absorpcji atomowej (AAS). Analizę pierwiastków przeprowadzono przy użyciu spektrometru AAS-FIAS model 3110 z FIAS-100 firmy Perkin Elmer, metodą płomieniową z użyciem palnika acetylenowo – tlenowego. Warunkiem koniecznym użycia płomieniowej metody AAS było uprzednie przeprowadzenie procesu mineralizacji badanych próbek. Mineralizację przeprowadzono na mokro z użyciem kwasu HNO<sub>3</sub> jako czynnika utleniającego, techniką mikrofalową pod zwiększonym ciśnieniem, w układzie zamkniętym w mineralizatorze mikrofalowym Ethos Plus firmy Milestone. Otrzymane w ten sposób próbki rozcieńczono do objętości 50 ml wodą zdemineralizowaną, a następnie poddano analizie. Roztwory sporządzono w oparciu o standardy i odczynniki firmy Baker. Poziom wykrywalności w tej analizie wynosił 1,0 µg na dm<sup>3</sup> [13,14]. Dla każdej badanej próbki analizę wykonano w trzech powtórzeniach dla dwóch kolejnych eksperymentów prowadzonych dla każdego

etapu technologicznego, a w tabelach przedstawiono średnie wyniki oznaczeń  $x \pm SD$ , dla  $n = 6$ .

### 3. Wyniki i dyskusja

Jednym z etapów procesu technologicznego otrzymywania koncentratu jabłkowego jest depektynizacja miazgi jabłkowej. Proces pektynolizy prowadzony jest przy użyciu preparatów pektynolitycznych, które z reguły zawierają kompleks enzymów pektynolitycznych z mniejszą lub większą zawartością pektynoesterazy (EC 3.1.1.11). Pektynosteraza jest to enzym, który hydrolizuje wiązania estrowe w pektynie powodując uwolnienie alkoholu metylowego i powstanie wolnych grup karboksylowych. Do wolnej grupy karboksylowej przyłączają się wówczas jony wapnia dając usieciowane kompleksy pektynianu wapnia, które oklejają zawieszono w soku cząsteczki zmełnię i wytrącają się w postaci kłaczkowatego osadu oddzielanego w czasie filtracji [15-17]. Tak więc można by przypuszczać, że po obróbce enzymatycznej soku jabłkowego pozostanie w nim większa ilość jonów wapnia, jeżeli stosowane preparaty pektynolityczne będą ubogie lub pozbawione pektynoesterazy.

W pracy w etapie depektynizacji miazgi jabłkowej stosowano trzy handlowe preparaty pektynolityczne, z których dwa zawierały znaczne ilości pektynoesterazy (Pectinex SMASH, Pektopol PT-400), a trzeci zawierał w przewodzie liazę pektynianową (Novoferm 115). W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że najwyższe zawartości oznaczanych pierwiastków występują w soku surowym z miazgi jabłkowej nie poddanej pektynolizie. Widoczne różnice zaobserwowano jedynie w przypadku jonów wapnia, których stężenie w sokach otrzymanych z miazgi poddanej pektynolizie różnymi preparatami enzymatycznymi było uzależnione od rodzaju zastosowanego preparatu. Najniższą stężenie jonów wapnia ( $15\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) było w próbie, gdzie użyto preparatu Pectinex SMASH z deklarowanym udziałem w jego składzie enzymu pektynoesterazy. Preparat Pektopol PT-400 charakteryzujący się mniejszą zawartością pektynoesteraz powodował obniżenie stężenia jonów  $\text{Ca}^{2+}$  z  $23\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  w soku surowym do  $17\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  po procesie depektynizacji. Natomiast największe stężenie jonów wapnia występowało w sokach otrzymanych z miazgi traktowanej preparatem Novoferm 115 ( $20\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ).

Obok jonów wapnia w sokach jabłkowych badano także stężenia innych pierwiastków wchodzących w skład popiołu soków jabłkowych – jonów  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{Na}^+$ . Stężenie jonów magnezu wahało się w granicach od 28 do  $34\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , jonów sodu od 16 do  $21\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , natomiast najwięcej wśród oznaczanych pierwiastków znajdowało się jonów potasu  $57\text{-}69\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Jednak biorąc pod uwagę obliczenia odchyłeń standardowych dla  $n = 6$  nie można jednoznacznie

stwierdzić, czy zastosowane preparaty enzymatyczne wpływają na stężenia magnezu, sodu i potasu. Wyniki oznaczeń przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1**

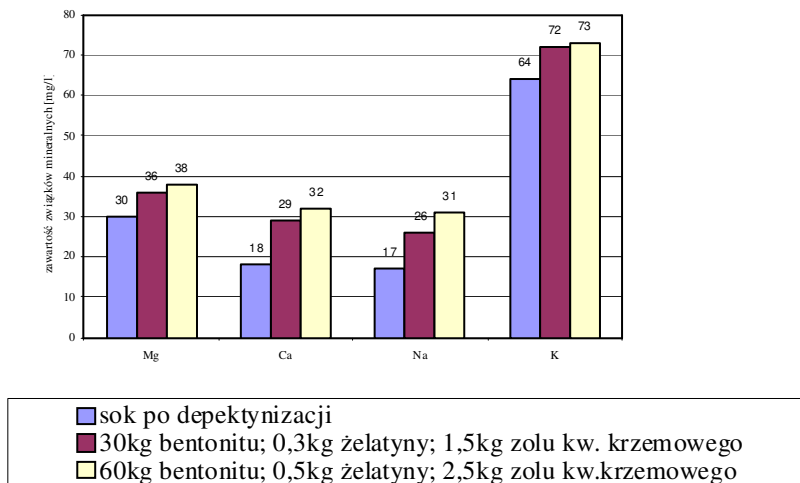
Stężenia związków mineralnych w soku jabłkowym ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) w zależności od zastosowanego preparatu enzymatycznego podczas procesu depektynizacji

Parametr	Sok surowy	Stosowany preparat enzymatyczny		
		Pektopol PT – 400	Novoferm 115	Pectinex SMASH
Magnez	$34 \pm 2,2$	$33 \pm 1,4$	$31 \pm 1,4$	$28 \pm 1,5$
Wapń	$23 \pm 1,6$	$17 \pm 1,7$	$20 \pm 1,9$	$15 \pm 2,1$
Sód	$21 \pm 1,8$	$20 \pm 2,3$	$16 \pm 1,5$	$18 \pm 1,5$
Potas	$69 \pm 1,8$	$67 \pm 2,2$	$63 \pm 2,5$	$57 \pm 1,6$

Podano wartości średnie  $x \pm \text{SD}$ , dla  $n = 6$ .

Obok procesu depektynizacji zabiegiem, który wpływa na ilość oznaczanych pierwiastków w soku jest dodatek środka klarującego.

Proces klarowania ma na celu usunięcie zmętnień spowodowanych przez utrzymujące się w soku bardzo rozdrobnione nierozpuszczalne składniki. Zmętnienie i duża lepkość moszczu jabłkowego wiąże się głównie z obecnością w nim słabo rozpuszczalnego, wysokocząsteczkowego kwasu pektynowego, koloidów o charakterze węglowodanów lub białek, a także cząsteczek ścian komórkowych czy zanieczyszczeń. Do klarowania stosuje się szereg środków, które po zmieszaniu z sokiem wytrącają się wraz ze zmętnieniami w postaci osadów. Do tej grupy zalicza się m.in. żelatynę, zol kwasu krzemowego oraz bentonit [18]. W badaniach zastosowano wymienione środki klarujące dodawane do soku po etapie depektynizacji, w dwóch różnych dawkach. W pierwszej serii na  $12 \text{ m}^3$  soku użyto: 30kg bentonitu, 0,3kg żelatyny i 1,5kg zolu kwasu krzemowego. Natomiast w serii drugiej zastosowano: 60kg bentonitu, 0,5kg żelatyny i 2,5kg zolu kwasu krzemowego (rys. 1).



Rys. 1. Wpływ ilości środków klarujących na stężenie związków mineralnych w soku jabłkowym; podano wartości średnie dla  $n = 6$

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że stosowane środki klarujące powodują wzrost związków mineralnych w soku. W procesie klarowania stosowano w przeważającej mierze bentonit. Głównym składnikiem, który decyduje o właściwościach bentonitu jest minerał ilasty – montmorylonit o wzorze  $\text{Si}_4\text{Al}_{1,5}\text{Mg}_{0,5}\text{O}_{10}(\text{OH})_2\text{Ca}_{0,25}$ . Jest to warstwowo zbudowany, krystaliczny glinokrzemian, posiadający między warstwami m.in. jony wapnia, magnezu, sodu [19]. Ze względu na to, że bentonit jest minerałem, należy spodziewać się, używając go do klarowania, iż może on podnieść ilość poszczególnych pierwiastków w produkcie, co wykazano w badaniach. W sokach pierwszej serii odnotowano wyraźny wzrost zawartości magnezu z 30 do 36  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , wapnia z 18 do 29  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , sodu z 17 do 26  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  oraz potasu z 64 do 72  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Zaobserwowano również, że stężenie oznaczanych pierwiastków w soku jabłkowym zależy od ilości dodawanego w procesie klarowania bentonitu, żelatyny i zolu kwasu krzemowego. Im były większe ilości stosowanych środków klarujących, tym obserwowano większy przyrost związków mineralnych w soku.

Radykalne zmiany w technologii otrzymywania koncentratów przed etapem zagęszczaniem nastąpiły wraz z wprowadzeniem do przemysłu procesu filtracji membranowej. Filtracja membranowa, w przeciwieństwie do tradycyjnych metod filtracyjnych, charakteryzuje się mniejszymi kosztami energii, wymaga małego nakładu czasu i pracy, a w dodatku w wyniku jej zastosowania otrzymuje się sok o wysokiej jakości. Wśród procesów membranowych coraz powszechniej stosowaną metodą w praktyce przemysłowej produkcji soku

jabłkowego jest ultrafiltracja [20-22]. Proces ultrafiltracji polega na fizycznym oddzieleniu cząstek stałych od filtratu w skutek przejścia przez membranę półprzepuszczalną. W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że proces ten spowodował zatrzymanie badanych pierwiastków, w tym jonów wapnia, na membranie filtracyjnej i obniżenie ich zawartości w soku po ultrafiltracji w granicach od 7 do 35% ich stężenia wyjściowego [ tabela 2].

**Tabela 2**

Zmiany stężenia wybranych związków mineralnych ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) w kolejnych etapach procesu produkcji koncentratu jabłkowego

Parametr	Próbki soków				
	po rozdrobnieniu	po depektynizacji	po klarowaniu	po ultrafiltracji	po zagęszczeniu
Magnez	$34 \pm 2,2$	$30 \pm 2,0$	$37 \pm 1,8$	$32 \pm 1,5$	$104 \pm 2,4$
Wapń	$23 \pm 1,6$	$18 \pm 1,5$	$30 \pm 2,1$	$25 \pm 1,4$	$93 \pm 1,3$
Sód	$21 \pm 1,8$	$17 \pm 1,2$	$28 \pm 2,5$	$18 \pm 2,0$	$74 \pm 1,5$
Potas	$69 \pm 1,8$	$64 \pm 2,0$	$72 \pm 1,6$	$67 \pm 1,3$	$265 \pm 2,4$

Podano wartości średnie  $x \pm \text{SD}$ , dla  $n = 6$ .

Ogólne kryteria jakościowe dla zagęszczonych soków owocowych, w tym także wymagania dotyczące zawartości wapnia, magnezu, sodu i potasu, określa w obrębie Unii Europejskiej, „Code of Practice” – Kodeks Praktyki, wydany przez Stowarzyszenie Producentów Soków i Nektarów z Owoców i Warzyw czyli AIJN (Association of the Industry of Juice and Nectars from Fruits and Vegetables of the European Economic Community). Odpowiednia zawartość poszczególnych pierwiastków jak i innych parametrów fizyko – chemicznych ujętych w Kodeksie Praktyki pozwala na ustalenie autentyczności i identyczności soków. Wymagania AIJN dotyczące wartości poszczególnych pierwiastków w analizowanym koncentracie zostały spełnione w przypadku wapnia. Ilości sodu i magnezu uzyskane w próbce z koncentratem były za wysokie w stosunku do wymagań AIJN. Na uwagę zasługuje zbyt mała ilość potasu w próbce, która według wymagań AIJN powinna być w przybliżeniu około sześć razy wyższa [23].

## 4. Podsumowanie

Zastosowanie spektrometrii absorpcji atomowej pozwoliło na ilościowe oznaczenie jonów Ca (II), Na (I), Mg (II) i K (I) w próbkach soku i koncentratu jabłkowego. Stwierdzono, że na stężenie tych pierwiastków wpływają poszczególne etapy procesu technologicznego. Zarówno proces depektynizacji, klarowania jak i ultrafiltracji powodował zmiany w stężeniu oznaczanych związków mineralnych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że głównie poziom wapnia był uzależniony od zastosowanego preparatu enzymatycznego podczas procesu depektynizacji. Proces ultrafiltracji wpłynął natomiast na obniżenie zawartości substancji mineralnych, w tym także jonów wapnia w soku. Wskazuje to na fakt, iż mimo działania enzymów pewna ilość związków mineralnych pozostaje w formie kompleksów zatrzymywanych przez membrany filtracyjne. Zawartości pierwiastków w soku zależne są także od bentonitu jako środka klarującego stosowanego do zabiegu klarowania, który podwyższa ilości badanych pierwiastków.

Badania były finansowane przez Grant promotorski KBN nr 2P06T09126.

## Literatura

- [1] **Sikorski Z.:** Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności, 76-93, WNT, Warszawa 1996.
- [2] **Blateyron L., Sablayrolles J. M.:** Stuck and slow fermentations in enology: statistical study of causes effectiveness of combined additions of oxygen and diammonium phosphate, *Journal of Bioscience And Bioengineering*, 2, 184-189, 2001.
- [3] **Czyżycki A., Laskowska J., Cytlak D.:** Bilans substancji mineralnych w procesie produkcji win owocowych i napojów alkoholowych, *Przemysł Fermentacyjny I Owocowo-Warzywny*, 5, 26-30, 1999.
- [4] **Wzorek W., Pogorzelski E.:** Technologia winiarstwa owocowego i gronowego. Sigma Not, 42, Warszawa 1998.
- [5] **Drake S.R., Eisele T.A.:** Quality of 'gala' apples as influenced by harvest maturity, storage atmosphere and concomitant storage with 'bartlett' pears, *Journal of Food Quality*, 20, 41-51, 1997.
- [6] **Drake S.R., Eisele T.A.:** Influence of harvest date and controlled atmosphere storage delay on the color and quality of 'delicious' apples stored in a purgetype controlled atmosphere environment, *Horticultural Techniques*, 4, 3, 260-263, 1994.
- [7] **Drake S.R., Elfving D.C., Eisele T.A.:** Harvest maturity and storage affect quality of 'crisps pink' (pink lady) apples, *Horticultural Techniques*, 12, 3, 388-391, 2002.
- [8] **Drake S.R., Eisele T.A.:** Carbohydrate and acid contents of gala apples and bartlett pears from regular and controlled atmosphere storage, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3181-3184, 1999.



- [9] **Drake S.R., Eisele T.A.:** The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apples varieties, *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 213-221, 2005.
- [10] **Spanos G.A., Wrolstad R.E., Heatherbell D.A.:** Influence of processing and storage on the phenolic composition of apple juice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 1572-1579, 1990.
- [11] **Wrolstad R.E., Heatherbell D.A., Spanos G.A., Durst R.W., Hsu J., Yorgey B.M.:** Processing and storage influences on the chemical composition and quality of apple, pear and grape juice concentrates. In: Jen J.J., *Quality Factors of Fruit and Vegetables*, American Chemical Society, Washington, DC, 270-292, 1989.
- [12] **Pogorzelski E., Wieczorek M., Lubecka I.:** Identyfikacja krystalicznych osadów w koncentracji jabłkowym metodą rentgenografii strukturalnej, *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny*, 3, 24-27, 2001.
- [13] **Cygański A.:** Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993.
- [14] Polska Norma PN-EN 1134:1999, Soki owocowe i warzywno. Oznaczanie zawartości sodu, potasu, wapnia i magnezu metodą spektrometrii absorpcji atomowej (AAS).
- [15] **Endres H.V.:** *Fluss. Obst*, 55, 11, 645, 648-650, 1988.
- [16] **Wucherpennig K. i in.:** *Institut Zur Lebensmittel Technologie Verfahrenstech*, 39, 5, 383-393, 1988.
- [17] **Pijanowski E., Mrozek S., Horubała A., Jarczyk A.:** Technologia produktów owocowych i warzywnych, PWRiL, Warszawa 1973.
- [18] **Litewska L., Ichas H., Jarecka K., Pieczonka W.:** Kształtowanie się klarowności pitnego soku jabłkowego w procesie produkcji, *Przemysł Fermentacyjny i Rolny*, 10, 37, 1970.
- [19] **Sauvage L., Frank D., Stearne J., Millikan M.B.:** Trace metal studies of selected white wines: an alternative approach, *Analytica Chimica Acta*, 223-230, 2002.
- [20] **Alvarez S., Alvarez R., Riera F.A., Coca J.:** Influence of depectinization on apple juice ultrafiltration, *Colloids and Surfaces*, 138, 377-382, 1998.
- [21] **Kroll J.:** Zastosowanie procesów membranowych w produkcji koncentratu jabłkowego, *Przemysł Spożywczy*, 8, 56-57, 2001.
- [22] **Venegas A., Martinez J.A., Borquez R.:** Ultrafiltration performance of Carbosep membranes for clarification of apple juice, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 36, 397-406, 2003.
- [23] **Niewiarowicz B.:** Wyniki polskiego zagęszczonego soku jabłkowego a wymagania rynku UE, *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 10, 38-40, 1998.

## **INFLUENCE OF MANUFACTURING PROCESS ON CONCENTRATIONS OF MINERAL COMPOUND IN APPLE JUICE AND CONCENTRATE**

### **Summary**

The changes of mineral compounds during the whole manufacturing process from raw apple juice up to apple juice concentrate were analysed by AAS method. Samples of juice for analyses of magnesium, calcium, sodium and potassium were taken after pressing, depectinization, clarification and ultrafiltration. Each of technical operation used influenced the composition of ash in apple juice. Depectinization and clarification decreased ash content. But ultrafiltration the mineral compounds were retained by the membranes and during therefore their content in the juice was decreased. The addition of bentonit as clarificant significantly increased composition of ash in apple juice.

Institute of Fermentation Technology and Microbiology  
Technical University of Lodz