

INFLUENCE OF PASTEURIZATION PROCESS ON BIOACTIVE SUBSTANCES CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF APPLE POMACE FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL CULTIVATION

Summary

Organic food is perceived by the consumers as a high quality food and with guaranteed production safety. Conventional fruits and vegetables can contain pesticides residues and mineral fertilizers, especially nitrates. Health consciousness of modern consumer still increases and market development gives a new possibilities to organic food producers. The organic preserves are the important group of products demanded by the consumers who want to eat in accordance with the organic rules. Eating the organic foods is an integral part of the modern, organic life style. It is mostly caused by the care of own and family health, also by the environment care. Unfortunately food processing causes the reduction of bioactive substances in final product as fruit pomace, juice or jam.

Organic raw apples contained more flavonoids, anthocyanins and vitamin C in comparison to conventional ones. Therefore it was supposed that organic preserves could have higher antioxidant properties in comparison to conventional ones. Five apples cultivars: Lobo, Jonagold, Cortland, Boskoop and Idared have been used to prepare the pomaces. Fruits have been collected from one organic and one conventional orchard. The following parameters have been determined in the fresh and pasteurized apple pomace: flavones, total polyphenols, vitamin C content and antioxidant activity. The results obtained show that organic apple pomaces contained more total polyphenols including flavones, more vitamin C and higher antioxidant activity than conventional ones. Pasteurization process influences negatively the bioactive substances content and antioxidative properties of the apple pomace.

WPŁYW PROCESU PASTERYZACJI NA ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW BIOAKTYWNYCH ORAZ POTENCJAŁ ANTYOKSYDACYJNY KREMOGENÓW JABŁKOWYCH Z PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

Streszczenie

Żywność ekologiczna jest dla konsumentów synonimem wysokiej jakości oraz gwarancji bezpieczeństwa produkcji. Warzywa i owoce pochodzące z rolnictwa konwencjonalnego mogą zawierać pozostałości środków ochrony roślin (pestycydów) oraz stosowanych szeroko nawozów mineralnych, w szczególności azotowych. Świadomość zdrowotna współczesnego konsumenta stale rośnie, a aktywnie rozwijający się rynek konsumencki otwiera nowe możliwości przed producentami żywności ekologicznej. Przetwory z owoców ekologicznych są coraz ważniejszą grupą produktów poszukiwanych przez konsumentów, pragnących całościowo odżywiać się w sposób ekologiczny. Kupowanie żywności ekologicznej jest częścią stylu życia będącego odbiciem określonej ideologii i systemu wartości. Jest to powodowane głównie troską o zdrowie własne i rodziny, a także o środowisko. Niestety proces technologicznego przetwarzania owoców bardzo często przyczynia się do zmian zawartości związków bioaktywnych w produkcie finalnym, jakim jest sok, kremogen lub dżem owocowy. Jabłka z produkcji ekologicznej są bardziej zasobne w flawonoidy, antocyjany i witaminę C w porównaniu do jabłek z produkcji konwencjonalnej. Dlatego można się spodziewać, że przetwory wykonane z takich surowców będą odznaczały się wyższą zdolnością antyoksydacyjną w porównaniu do przetworów otrzymanych z surowców konwencjonalnych. Do doświadczenia wykorzystano kremogen jabłkowy otrzymany z pięciu odmian jabłek: Lobo, Jonagold, Cortland, Boskoop i Idared. Owoce pochodziły z sadu ekologicznego, certyfikowanego oraz położonego w okolicy sadu konwencjonalnego. Otrzymane kremogeny przeanalizowano na zawartość związków bioaktywnych oraz aktywności antyoksydacyjnej, w dwóch układach: na świeżo bezpośrednio po przygotowaniu oraz po pasteryzacji. Otrzymane wyniki wskazują, że kremogen z jabłek ekologicznych zawierał więcej polifenoli ogółem, w tym flawonoli, oraz witaminy C oraz charakteryzował się wyższym potencjałem antyoksydacyjnym. Proces pasteryzacji miał niekorzystny wpływ na wartość przeciwutleniającą i zawartość związków bioaktywnych w kremogenach jabłkowych.

Wprowadzenie

Żywność ekologiczna jest dla konsumenta synonimem zdrowia, bezpieczeństwa oraz dobrego smaku. Wzrost zainteresowania tym rodzajem żywności jest efektem zmian zachodzących w świadomości konsumenta, troski o zdrowie własne i dzieci oraz chęci wpływania na środowisko. W Europie działania te mają swoje odzwierciedlenie we wzroście ekologicznie uprawianej

ziemi i wzroście liczby gospodarstw, nastawionych na produkcję ekologiczną [2]. Przykładowo w Holandii rynek produktów ekologicznych jest mały, ale dynamicznie rozwijający się. Polityka rynkowa tego kraju idzie w kierunku zwiększenia produkcji i sprzedaży wyrobów ekologicznych. W roku 2002 holenderski rząd wydał na ten cel ponad 35 mln. dolarów. W chwili obecnej zarejestrowanych jest tam ponad 700 sklepów oferujących bardzo szeroki asortyment żywności ekologicznej [4].

Rolnictwo ekologiczne przyczynia się do ochrony środowiska naturalnego oraz krajobrazu. W ciągu ostatnich 30 lat intensywne rolnictwo w Wielkiej Brytanii przyczyniło się do ogromnej erozji gleby, spadku nawet o 70% populacji niektórych ptaków na terenach rolniczych oraz wyginięcia wielu gatunków gadów oraz płazów [16].

Surowce oraz produkty z rolnictwa ekologicznego zawierają więcej pozytywnych dla zdrowia związków bioaktywnych oraz makro i mikroelementów. Wyniki przeprowadzonych wcześniej badań wskazują, że jabłka z certyfikowanych upraw ekologicznych charakteryzowały się wyższą zawartością witaminy C, flawonoidów czy antocyjanów [11]. Ekologiczne przetwory owocowe mogą być cennym urozmaiceniem diety. Sok i kremogen z jabłek ekologicznych odmiany Jonagold charakteryzował się istotnie wyższą zawartością fenoli ogółem oraz aktywnością antyoksydacyjną w porównaniu do produktów uzyskanych z jabłek konwencjonalnych [13]. Kremogen jabłkowy może być cennym źródłem związków fenolowych: kwercetyny, flawonoidy, kwasów fenolowych oraz związków z grupy katechin, jak też błonnika w formie rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej [1],[6]. Odmienne zdania są Leonowicz i in (2001), którzy wykazali, że sam kremogen jabłkowy nie wykazywał istotnych właściwości antyoksydacyjnych, chociaż zawarty w produkcie błonnik przyczynił się do obniżenia poziomu cholesterolu w wątrobie szczurów [5].

Proces technologicznego przetwarzania surowców przyczynić się może do istotnej redukcji zawartości związków bioaktywnych w produkcie finalnym, jakim jest sok, kremogen lub dżem jabłkowy. Stosowanie wysokiej temperatury podczas przygotowania pulpy jabłkowej oraz gruszkowej przyczyniło się do istotnej redukcji zawartości polifenoli ogółem i znacznego spadku właściwości antyoksydacyjnych soku i kremogenu [14]. W soku jabłkowym stwierdzono 2 – 30 razy niższą zawartość polifenoli, a w szczególności kwasu chlorogenowego, w stosunku do świeżych jabłek. Natomiast wg badań Sluis i in (2002) było odwrotnie: kremogen jabłkowy zawierał istotnie więcej pochodnych kwercetyny i dlatego wykazał on wyższą aktywność antyoksydacyjną w stosunku do świeżych jabłek [15]. Celem badań było określenie zawartości związków bioaktywnych oraz aktywności antyoksydacyjnej w kremogenach jabłkowych przygotowanych z jabłek ekologicznych i konwencjonalnych. Jednocześnie przeprowadzono obserwacje wpływu procesu pasteryzacji na zmianę zawartości tych składników oraz aktywności przeciwutleniającej produktów jabłkowych.

Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzono w roku 2005 w Zakładzie Żywności Ekologicznej SGGW. Do doświadczenia wytypowano kremogen wykonany z jabłek odmian Lobo, Jonagold, Cortland, Boskoop i Idared pochodzących z dwóch sąsiadujących ze sobą sadów - ekologicznego i konwencjonalnego. Oba sady zlokalizowane są w Mogielnicy (70 km od Warszawy). Kwatery poszczególnych odmian były nawiezione głównie nawozami zielonymi, powstałymi w wyniku wykaszania i mulczowania roślin (koniczyny białej i różowej wysianej w międzyrzędziach, chwastów rosnących pod drzewami oraz trawy). Po przeliczeniu na czysty składnik do gleby dostarczono: 75 kg N/ha, 42 kg P₂O₅/ha oraz 30 kg K₂O/ha. Na całą powierzchnię sadu zastosowano wapno magnezowe uzupeł-

niając w ten sposób zapotrzebowanie na wapń i magnez i do gleby dostarczono: 680 kg CaO/ha, 315 kg MgO/ha. W sadzie konwencjonalnym, z którego pochodziły odmiany: Lobo, Cortland, Jonagold i Idared zastosowano nawożenie mineralne w postaci nitrozofoski 250kg/ha, saletry wapniowej 70 kg/ha, wapna magnezowego 180 kg/ha. Dodatkowo, w tygodniowych odstępach zastosowano oprysk roztworem 0,5% mocznika, jako ochronę przed parchem jabłoni. Po przeliczeniu i zbilansowaniu składników mineralnych, nawożenie przedstawiało się następująco: 86 kg N/ha, 13 kg P/ha, 62 kg K/ha, 14 kg Mg/ha oraz 56 kg Ca/ha. W sadzie, z którego pozyskano odmianę Boskoop, do nawożenia zastosowano azofoskę w ilości 200 kg/ha, saletrzak magnezowy 200 kg/ha, wapno tłankowe 220 kg/ha, kizeryt 120 kg/ha. Po przeliczeniu i zbilansowaniu składników mineralnych, w sadzie konwencjonalnym zastosowano: 110 kg N/ha, 40 kg P/ha, 13,5 kg K/ha, 22 kg Mg/ha oraz 92 kg Ca/ha. Termin zbioru owoców do analizy wyznaczono na podstawie Indeksu Streifa. Kremogen jabłkowy został wykonany w Zakładzie Żywności Ekologicznej. Owoce umyto, rozdrobniono i rozsmażono na jednolitą pulpę, a następnie bardzo dokładnie przetarto przez sita. Część kremogenu poddano procesowi pasteryzacji w temp 85 °C przez 30 min. W przetworach oznaczono zawartość suchej masy metodą wagową [8], aktywność antyoksydacyjną oznaczono metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem syntetycznych rodników ABTS. Wyniki badań przedstawiono jako TEAC [10]. Polifenole ogółem oznaczono metodą spektrofotometryczną z zastosowaniem odczynnika Arnowa, a sumę polifenoli przeliczono wg krzywej standardowej wyznaczonej dla kwasu galusowego [19]. Flawonole oznaczono metodą Christa – Mullera [19]. Witaminę C oznaczono metodą Tillmansa wg PN-90 A -75101/11 [9]. Wyniki dotyczące zawartości poszczególnych związków antyoksydacyjnych poddano analizie statystycznej z użyciem programu Statgraphics 4.1, stosując test Tukay'a $\alpha = 0,05$.

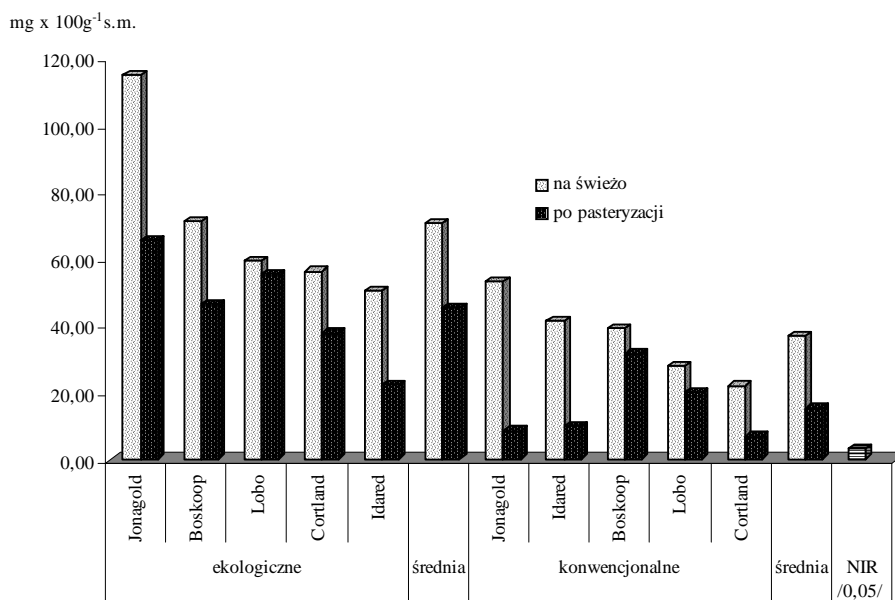
Wyniki

Zawartość flawonoli ogółem przed i po procesie pasteryzacji przedstawiono na wykresie 1. Kremogeny wykonane z owoców ekologicznych zawierały istotnie więcej flawonoli ogółem w porównaniu do produktów konwencjonalnych i było to odpowiednio 70,63 mg% i 45,49 mg% przed i po pasteryzacji. Podczas, gdy konwencjonalne zawierały tylko 36,74 mg% przed i 15,29 mg% po procesie pasteryzacji. Wśród produktów ekologicznych najwięcej flawonoli oznaczono w kremogenie z odmiany Jonagold - 115,35 mg%, zaś na drugim miejscu był produkt otrzymany z odmiany Boskoop - 71,44 mg%. W grupie odmian uprawianych konwencjonalnie również produkt otrzymany z odmiany Jonagold zawierał najwięcej związków bioaktywnych - 53,22 mg%, na drugim miejscu był kremogen z odmiany Idared 41,34 mg%, który był nieznacznie bogatszy we flawonole niż ten przygotowany z odmiany Boskoop - 39,26 mg%. Proces pasteryzacji wpłynął niekorzystnie na zawartość związków bioaktywnych w kremogenach jabłkowych. Dla produktów ekologicznych stwierdzono spadek o 34%, zaś dla produktów konwencjonalnych średni spadek wyniósł 55% (rys. 1).

Zawartość fenoli ogółem była tylko nieznacznie wyższa w kremogenach ekologicznych (rys. 2). Nie stwierdzono istotnego wpływu metody uprawy na gromadzenie się związków fenolowych w kremogenach jabłkowych. Wśród

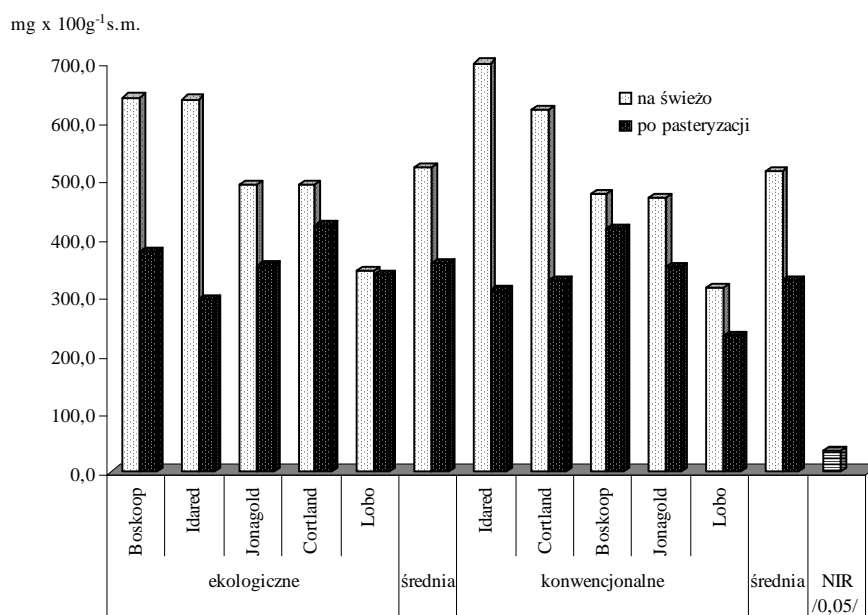
odmian ekologicznych najwięcej fenoli ogółem stwierdzono dla produktu otrzymanego z odmiany Boskoop – 640,01 mg%, a na drugiej pozycji był produkt przygotowany z odmiany Idared – 636, 84 mg%. W grupie odmian konwencjonalnych stwierdzono, że odmiana Idared zawierała więcej związków bioaktywnych – 699,46 mg% i jednocześnie można zauważyć, że było ich więcej niż w produkcie otrzymanym z jabłek ekologicznych. Na drugim miejscu był produkt z odmiany Boskoop – 617, 96 mg%. Proces pasteryzacji przyczynił się do spadku zawartości fenoli ogółem w produkcie finalnym, jakim był kremogen (rys. 2). Jednak w produktach ekologicznych zaobserwowano nie-

znacznie więcej fenoli ogółem w porównaniu do produktów konwencjonalnych i było to odpowiednio 355,97 mg% oraz 348,72 mg%. Po procesie pasteryzacji wśród kremogenów ekologicznych najwięcej polifenoli ogółem zawierał produkt otrzymany z odmiany Cortland – 420,91 mg%, a na drugiej pozycji był kremogen z odmiany Boskoop – 375, 81 mg% (rys. 2). Natomiast wśród odmian uprawianych konwencjonalnie na pierwszej pozycji był produkt przygotowany z odmiany Cortland – 414, 54 mg% oraz Jonagold – 350,47 mg%. W przypadku kremogenu przygotowanego z odmiany Idared stwierdzono spadek zawartości fenoli o 56% w stosunku do produktu świeżego.



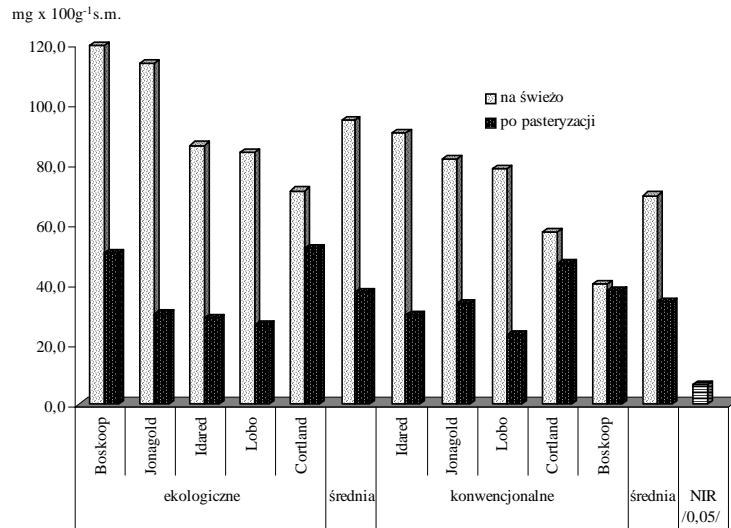
Rys. 1. Zawartość flawonoli ogółem w kremogenach jabłkowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej przed i po procesie pasteryzacji

Fig. 1. The total flavones content in apple pomace from organic and conventional production before and after pasteurization process



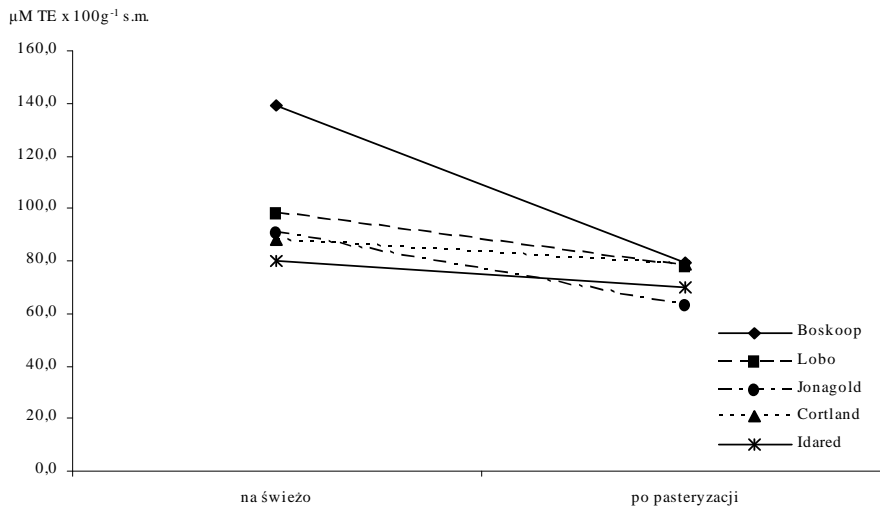
Rys. 2. Zawartość polifenoli ogółem w kremogenach jabłkowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej przed i po procesie pasteryzacji

Fig. 2. The total polyphenols content in apple pomace from organic and conventional production before and after pasteurization process



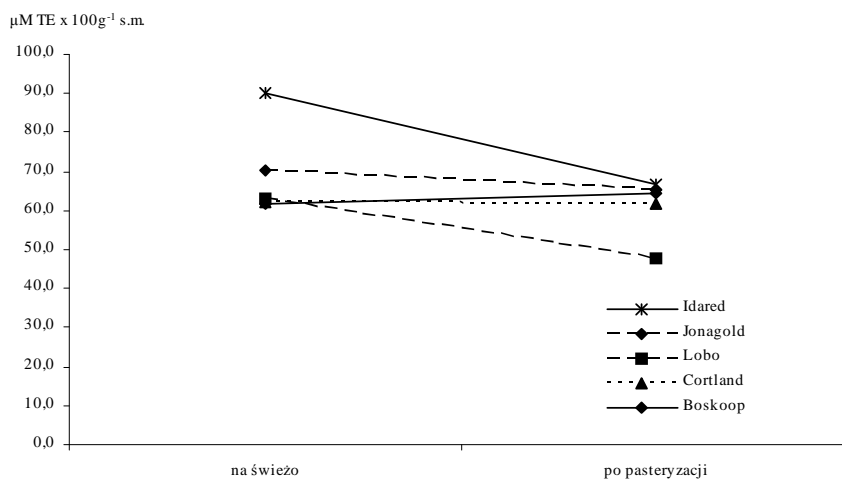
Rys. 3. Zawartość witaminy C w kremogenach jabłkowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej przed i po procesie pasteryzacji

Fig. 3. The vitamin C content in apple pomace from organic and conventional production before and after pasteurization process



Rys. 4. Aktywność przeciwutleniająca kremogenów jabłkowych z produkcji ekologicznej przed i po procesie pasteryzacji.

Fig. 4. The antioxidant activity of apple pomace from organic production before and after pasteurization process



Rys. 5. Aktywność przeciwutleniająca kremogenów jabłkowych z produkcji konwencjonalnej przed i po procesie pasteryzacji

Fig. 5. The antioxidant activity of apple pomace from conventional production before and after pasteurization process

Kremogeny ekologiczne zawierały istotnie więcej witaminy C w porównaniu do produktów konwencjonalnych i było to odpowiednio 94,74 mg% oraz 69,44 mg% (rys.3). Wśród odmian z sadów ekologicznych najwięcej kwasu askorbinowego było w produkcie przygotowanym z odmiany Boskoop – 119,43 mg% oraz Jonagold – 113,45 mg%. Natomiast w grupie odmian z sadów konwencjonalnych najwięcej witaminy C stwierdzono w kremogenie z odmiany Idared – 90,09 mg% oraz Jonagold – 81,76 mg%. Proces pasteryzacji wpłynął niekorzystnie na zawartość witaminy C w produktach jabłkowych (rys. 3). W grupie odmian ekologicznych stwierdzono spadek o 60%, zaś w grupie odmian konwencjonalnych tylko o 48%. W obu grupach odmian, to znaczy z sadów ekologicznych i konwencjonalnych, największy ubytek witaminy C stwierdzono w produkcie otrzymanym z odmiany Jonagold - średnio o 70% w stosunku do produktu świeżego. Po procesie pasteryzacji najwięcej kwasu askorbinowego stwierdzono w kremogenie z odmiany Cortland – 51,80 mg%, gdy jabłka pochodziły z sadu ekologicznego oraz 47,96 mg%, gdy owoce były z sadu konwencjonalnego.

Kremogeny z odmian ekologicznych charakteryzowały się wyższą aktywnością antyoksydacyjną w porównaniu do produktów z owoców konwencjonalnych i było to odpowiednio 99,22 $\mu\text{M TE} \times 100\text{g}^{-1}$ s.m. oraz 69,39 $\mu\text{M TE} \times 100\text{g}^{-1}$ s.m. (rys.4, 5). Wśród odmian z sadów ekologicznych największą aktywność antyoksydacyjną miał produkt przygotowany z odmiany Boskoop – 139,44 $\mu\text{M TE} \times 100\text{g}^{-1}$ s.m. oraz Lobo – 97,82 $\mu\text{M TE} \times 100\text{g}^{-1}$ s.m. , natomiast wśród odmian z sadów konwencjonalnych Idared – 90,22 $\mu\text{M TE} \times 100\text{g}^{-1}$ s.m. oraz Jonagold – 70,34 $\mu\text{M TE} \times 100\text{g}^{-1}$ s.m. (rys. 4,5). Proces pasteryzacji obniżył istotnie aktywność przeciwutleniającą kremogenów jabłkowych. Dla grupy odmian ekologicznych średni spadek wyniósł 26%, zaś dla konwencjonalnych tylko 12%. Kremogen o najwyższej aktywności antyoksydacyjnej po pasteryzacji to produkt przygotowany z odmiany Cortland – 78,32 $\mu\text{M TE} \times 100\text{g}^{-1}$ s.m., zaś w grupie produktów konwencjonalnych kremogen z odmiany Idared – 66,59 $\mu\text{M TE} \times 100\text{g}^{-1}$ s.m. (rys. 4, 5).

Dyskusja

Kremogen jabłkowy jest cennym źródłem związków fenolowych o silnym działaniu atyoksydacyjnym i mogących zmniejszać efekt stresu oksydacyjnego w organizmie człowieka. Atak wolnych rodników rozpoczyna powolny proces niszczenia struktur komórkowych i w efekcie prowadzi do takich schorzeń jak zawał serca, zaćma, nowotwory i wiele innych, w tym również proces starzenia się organizmu [3]. Wszystkie bioaktywne związki kremogenu jabłkowego wykazały silne właściwości antyutleniające, a w szczególności kwercetyna i jej pochodne. Związki fenolowe mają 10 – 30 razy większą siłę przeciwutleniającą niż witamina C i E [7].

Prezentowane wyniki potwierdzają powyższe dane. Można zaobserwować, że kremogeny wykonane z owoców ekologicznych charakteryzowały się o 50% wyższą zawartością kwercetyny w porównaniu do kremogenów konwencjonalnych, a różnice w zawartości witaminy C nie przekroczyły 20%. Natomiast aktywność antyoksydacyjna kremogenów ekologicznych była wyższa o 30%. Może to oznaczać, że potencjał antyoksydacyjny kremogenów jabłkowych ekologicznych kształtowany jest głównie przez związki fenolowe, a zwłaszcza kwercetynę. W jabłkach,

podobnie jak w owocach borówek, związki fenolowe oraz witamina C są zgromadzone głównie w skórce, dlatego w trakcie procesu wytwarzania kremogenu dłuższy kontakt ze skórką owoców daje większą gwarancję „przejścia” związków bioaktywnych do pulpy owocowej [18].

Wykorzystanie temperatury przy produkcji przetworów jabłkowych może według niektórych autorów przyczynić się do zwiększenia wydajności pozyskiwania soku jabłkowego oraz zawartości w nich związków fenolowych. Jak Podaje *Will i in 2002*, po podgrzaniu pulpy jabłkowej uzyskano zwiększone przejście fenoli z pulpy jabłkowej do soku z 130 mg/l do 430 mg/l [20]. Jednak prezentowane badania własne tego nie potwierdzają - zastosowanie temperatury w zakresie 80 °C w procesie pasteryzacji przyczyniło się do znacznego spadku substancji bioaktywnych z grupy fenoli w badanych kremogenach jabłkowych. Kremogeny ekologiczne zawierały średnio o 34% mniej, zaś kremogeny konwencjonalne nawet do 50% mniej kwercetyny po procesie pasteryzacji. W swojej wcześniejszej pracy *Rembialska i in 2005* uzyskali wyższe zawartości związków fenolowych w kremogenach jabłkowych, gdy owoce pochodziły z sadów ekologicznych [13]. Prezentowana praca potwierdza poprzednie wyniki.

Wnioski

1. Kremogeny otrzymane z jabłek ekologicznych zawierały więcej związków bioaktywnych z grupy fenoli (flawonoli, polifenoli ogółem) oraz witaminy C, jak też charakteryzowały się wyższą aktywnością antyoksydacyjną w porównaniu do kremogenów z produkcji konwencjonalnej.
2. Wśród produktów ekologicznych kremogen przygotowany z odmiany Boskoop charakteryzował się najwyższą zawartością polifenoli oraz witaminy C, jak też aktywnością antyoksydacyjną.
3. Wśród przetworów konwencjonalnych najwyższe zawartości badanych związków bioaktywnych zawierał kremogen uzyskany z odmiany Idared.
4. Proces pasteryzacji przyczynił się do istotnego spadku związków bioaktywnych w przetworach jabłkowych. W przypadku związków fenolowych większy spadek zaobserwowano dla produktów konwencjonalnych, natomiast w przypadku witaminy C więcej ubyło jej w produktach ekologicznych.
5. Kremogeny z produkcji ekologicznej mogą stanowić cenne uzupełnienie diety w profilaktyce prozdrowotnej.

Literatura

- [1] Figuerola F., Hurtado M.L., Estevez A.M., Chiffelle I., Asenjo F. 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chem.* 91: 395–401.
- [2] Meier-Ploeger A. 2005. Organic farming, food quality and human health. NJF Seminar, Sweden 2005.
- [3] Kaur C., Kapoor H.C. 2001. Review. Antioxidants in fruits and vegetables - the millennium's health. *Internat. J. Food Sci. Techn.* 36: 703 – 725.
- [4] Kolkman W. 2002. The Netherlands organic products – the Dutch market for organic products. FAS GAIN Report, 3 – 18.

- [5] Leontowicz M., Gorinstein S., Bartnikowska E., Leontowicz H., Kulasek G., Trakhtenberg S. 2001. Sugar beet pulp and apple pomace dietary fibers improve lipid metabolism in rats fed cholesterol. *Food Chem.* 72: 73 – 78.
- [6] Lu Y., L.Y. Foo 1996. Identification and quantification of major Polyphenols in apple pomace. *Food Chem.* 59, 2: 189 – 194.
- [7] Lu Y., L.Y. Foo 2000. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chem.* 68: 81 – 85.
- [8] PN-91/R-87019. Ocena zawartości suchej masy metodą wagową.
- [9] PN-90 A -75101/11 Oznaczenie zawartości witaminy C metodą miareczkowania.
- [10] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad. Biol. Med.* 26, 9/10:1231–1237.
- [11] Rembiałkowska E. Adamczyk M., Hallmann E.: Jakość sensoryczna i wybrane cechy wartości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej *Bromat. Chem Toksykol. Suppl.* 2003, 33-39
- [12] Rembiałkowska E. Adamczyk M., Hallmann E.: Porównanie wybranych cech wartości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Bromat. Chem Tok-sykol. Suppl.* 2004, 201-207.
- [13] Rembiałkowska E., Wasiak-Zys G., Hallmann E., Lipowski J., Jasińska U., Owczarek L. 2005. Porównanie wybranych cech wartości sensorycznej i właściwości antyoksydacyjnych soku i kremogenu jabłkowego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, PIMR, 2: 264-274.
- [14] Schieber A., Keller P., Carle R.: Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by high – performance liquid chromatography. *J Chrom. A* 2001, 910: 265-273.
- [15] Sluis van der A.A., Dekker M., Skred G., Jongen W. M. F. 2002. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple juice. 1. effect of existing production methods. *J. Agric. Food Chem.* 50: 7211 – 7219.
- [16] Spevack Y. 2006. 10 Top Reasons to Go Organic. *OrganicFood.co.uk*, 2006.
- [17] Steinmetz, K.A. Potter, J.D. 1996. Vegetable, fruit and cancer epidemiology. *Canc. Caus. Contr.*, 2: 325 – 351.
- [18] Su M.,S., Silva J.L. 2006. Antioxidant activity, anthocyanins and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) by products as affected by fermentation. *Food Chem.* 97: 447 – 451.
- [19] Strzelecka H., Kamińska J., Kowalski J., Wawelska E. 1978. Chemiczne metody badań roślinnych surowców leczniczych, PZWL Warszawa, 1978, 50 – 62.
- [20] Will F., Schulz K., Ludwig M., Otto K., Dietrich H. 2002. The influence of enzymatic treatment of mash on the analytical composition of apple juice. *Internat. J. Food Sci. Techn.* 37: 653–660.