

Jakub
BoneGrzegorz
WidłakŁukasz
Wachowicz

Utrwalanie soków wysokiej jakości z wykorzystaniem wysokich ciśnień

DOI 10.15199/65.2019.3.5

Żywność prozdrowotna cieszy się w ostatnich latach coraz większą popularnością, zwłaszcza wśród konsumentów, którzy prowadzą zdrowy i aktywny tryb życia. Coraz większe zainteresowanie budzą nieprzetworzone, wartościowe produkty owocowo-warzywne. Świadomość konsumencka sprawia, iż naturalna i zdrowa żywność staje się standardowym elementem codziennej diety. Szczególnie popularne na rynku stają się świeżo wyciskane soki z owoców i warzyw.

Świeżo wyciskane soki najczęściej nie są utrwalane przez producentów z uwagi na wrażliwość składników odżywczych np. na wysoką temperaturę stosowaną podczas pasteryzacji. Niestety, termin przydatności do spożycia wspomnianych produktów jest bardzo krótki, co staje się przyczyną znacznych strat podczas ich dystrybucji. Z uwagi na ten fakt producenci takich wyrobów niejednokrotnie są zmuszeni ograniczyć ich dystrybucję do lokalnych odbiorców. Dodatkowo soki takie charakteryzują się szybkim spadkiem jakości, ze względu na działalność mikrobiologiczną i enzymatyczną. W konsekwencji przechowywanie takiego produktu staje się kłopotliwe, gdyż już po kilkudziesięciu godzinach nawet zamknięty sok nie nadaje się do spożycia.

HPP (High Pressure Processing), nazywana również zimną pasteryzacją, jest nowoczesną metodą utrwalania żywności, która umożliwia jej obróbkę bez stosowania wysokich temperatur. Metoda ta polega na wykorzystaniu wysokiego ciśnienia hydrostatycznego w celu przedłużenia terminu przydatności do spożycia z jednoczesnym zachowaniem wysokich wartości odżywczych oraz cech sensorycznych żywności. W przeciwieństwie do tradycyjnej obróbki termicznej, HPP zapewnia uzyskanie produktu utrwalonego o najwyższej jakości bez zmian zapachu, smaku oraz barwy. Dodatkowo żywność utrwalana wysokociśnieniowo charakteryzuje się wysoką zawartością substancji odżywczych takich jak witaminy czy przeciwutleniacze.

Główną zaletą metody HPP jest połączenie skutecznej degradacji drobnoustrojów (psujących żywność) oraz patogenów z zachowaniem wysokiej jakości utrwalanego produktu. Wysokie ciśnienie oddziałuje na komórki drobnoustrojów, powodując w nich nieodwracalne zmiany. HPP może także inaktywować enzymy odpowiedzialne za pogarszanie się jakości żywności, takich jak zmiany konsystencji lub barwy. W efekcie uzyskuje się produkt o przedłużonym terminie przydatności do spożycia, który jest zbliżony jakościowo do naturalnego

STRESZCZENIE:

Wysokociśnieniowa obróbka żywności (HPP) to nowoczesna metoda utrwalania żywności. Wykorzystanie wysokiego ciśnienia hydrostatycznego umożliwia przedłużenie terminu przydatności do spożycia produktów spożywczych z jednoczesnym zachowaniem ich wartości odżywczej oraz cech sensorycznych. Celem pracy było przedstawienie informacji na temat wykorzystania technologii HPP w branży owocowo-warzywnej, na przykładzie soków nieutrwalanych termicznie. W artykule przedstawiono wpływ obróbki wysokociśnieniowej na jakość świeżo wyciśniętych soków: jabłkowego i pomarańczowego. Soki poddano procesowi HPP w komorach wysokociśnieniowych EXDIN Solutions. W sokach oznaczono

ogólną liczbę drobnoustrojów oraz liczbę drożdży i pleśni, a także w soku pomarańczowym zawartość witaminy C, a w jabłkowym ogólną zawartość polifenoli. Stwierdzono, że obróbka HPP spowodowała znaczną redukcję poziomu drobnoustrojów, a także wzrost redukcji poziomu drobnoustrojów proporcjonalny do wzrostu ciśnienia. Ponadto zaobserwowano, że zawartość witaminy C oraz polifenoli w sokach utrwalanych metodą HPP praktycznie nie uległa zmianie w stosunku do zawartości tych związków w sokach surowych. Wyniki te jednoznacznie wskazują, że obróbka wysokociśnieniowa pozytywnie wpływa na jakość końcową soków świeżych.

SUMMARY:

High-pressure food processing (HPP) is a modern method of food preservation. The use of high hydrostatic pressure allows extending the shelf life of food products while maintaining their nutritional value and sensory characteristics. The purpose of the work was to provide information on the use of HPP technology in the fruit and vegetable industry, mainly on the example of non-thermally stable juices. The article presents the effect of high-pressure treatment on the quality of freshly squeezed apple and orange juices. The juices were subjected to the process in high-pressure vessels developed by EXDIN Solutions. The total number of microorganisms and the number of yeasts and molds were determined in juices. The

content of vitamin C was tested in orange juice. The determination of the total number of polyphenols was carried out in apple juice. It has been observed that the HPP treatment resulted in a significant reduction in the level of microorganisms. An increase in reduction was found with increasing pressure. In addition, the content of vitamin C and polyphenols in juices was practically unchanged in relation to the content of these compounds in raw juices. These results inform that high-pressure processing have positive influence on the final quality of fresh juices.

TITLE:

Preservation of High-Quality Juices Using High Pressures

SŁOWA KLUCZOWE:

wysokociśnieniowa utrwalanie żywności HPP, soki, witamina C, polifenole

KEY WORDS:

high-pressure processing HPP, juices, vitamin C, polyphenols

produktu przed procesem utrwalania. Związki o niskiej masie cząsteczkowej, takie jak witaminy, barwniki czy związki smakowo-zapachowe, pozostają w formie nienaruszonej. Dzięki temu produkt utrwalony metodą HPP nie traci na jakości, gdyż wiele tych związków należy do biologicznie czynnych i wpływa pozytywnie na organizm ludzki.

Wszystkie wymienione wyżej zalety sprawiają, że opisująca technologię High Pressure Processing ma wielki potencjał w przemyśle spożywczym. Produkty HPP charakteryzują się nawet kilkukrotnie dłuższym terminem przydatności, nie tracąc przy tym na wartości odżywczej.

HPP W BRANŻY OWOCOWO-WARZYWNEJ

W przemyśle spożywczym najszersze wykorzystanie obróbki wysokociśnieniowej ma obecnie miejsce w przetwórstwie owocowo-warzywnym. Produkty najczęściej utrwalane przy wykorzystaniu HPP to soki, smoothies, napoje roślinne, a także inne przetwory owocowo-warzywne, takie jak pasty warzywne, zupy, musy owocowe. Wymienione produkty bez utrwalenia zwykle pozostają świeże przez okres nieprzekraczający kilku dni, gdy przechowywane są w warunkach chłodniczych. Działalność mikrobiologiczna jest bezpośrednią przyczyną ich psucia i skrócenia terminu przydatności do spożycia [11].

Produktami szczególnie nadającymi się do obróbki wysokociśnieniowej są soki, zarówno owocowe, jak i warzywne. Ich korzystne pH oraz wysoka zawartość wody sprzyja jednolitemu przenoszeniu ciśnienia i nie powoduje zmniejszenia objętości produktu po przeprowadzonym procesie. Powszechnie wykorzystywane w przemyśle butelki PET dobrze odwzorowują ściśliwość cieczy (16%), nie pękają, a ich kształt powraca do pierwotnej postaci po przeprowadzonym procesie. Wszystko to sprawia, że wykorzystanie HPP w utrwalaniu soków staje się na świecie bardzo popularne. Soki utrwalone za pomocą wysokociśnieniowej obróbki, przy zastosowaniu odpowiednich parametrów procesu, mogą w warunkach chłodniczych być przechowywane kilkukrotnie dłużej. Możliwe jest przedłużenie terminu przydatności do spożycia nawet do 3 miesięcy.

PROCES OBRÓBKİ CIŚNIENIOWEJ

Zakres ciśnień stosowanych w praktyce przemysłowej mieści się zwykle w granicach 400-600 MPa. Produkt utrwalany metodą HPP powinien znajdować się w swoim finalnym opakowaniu, aby uniknąć zakażeń wtórnych. Wytrzymałość, elastyczność oraz odpowiednia barierowość to ważne cechy opakowania. Dobierając odpowiednie opakowanie, należy wziąć pod uwagę, iż woda obecna w produkcie w warunkach ciśnienia stosowanego w HPP charakteryzuje się ściśliwością na poziomie 16%. Dlatego oprócz wysokiej barierowości opakowanie powinno cechować się elastycznością i szczelnością.

Parametrami procesu, które w dużym stopniu wpływają na efektywność procesów HPP są wartość ciśnienia, temperatura początkowa produktu oraz czas procesu. Poziomociśnieniowe oraz czas procesu są wartościami, które zwykle zależne są od specyfiki danego produktu. Parametry określane są na podstawie wstępnych badań, które przeprowadzane są w celu optymalizacji procesu. Do każdego produktu należy podchodzić indywidualnie. Mimo iż obróbka wysokociśnieniowego utrwalania zaliczana jest do procesów nietermicznych, to wzrost ciśnienia niesie za sobą adiabaticzny wzrost temperatury. Oznacza to w praktyce, że wzrost ciśnienia o każde 100 MPa powoduje

wzrost temperatury produktu o 3-5°C. Temperatura wraca do swojego początkowego poziomu w momencie dekompresji (zakończenia procesu). Nie jest to znaczna zmiana w porównaniu z temperaturą podczas procesów termicznych, np. pasteryzacji [3].

Efektywność procesów HPP w utrwalaniu żywności zależna jest w dużym stopniu od cech produktu spożywczego, który ma zostać poddany obróbce wysokociśnieniowej. Kluczowymi parametrami w przypadku soków są początkowy ładunek mikrobiologiczny, pH oraz indeks Brix. Obróbka ciśnieniowa powoduje uszkodzenia mechaniczne drobnoustrojów. Po zniszczeniu ściany komórkowej zachodzi szereg zmian, które nasilone są w środowisku kwasowym. Komórki takie mogą się regenerować, a niskie pH soków utrudnia im ten proces i sprawia, że drobnoustroje są bardziej wrażliwe na kolejne obrażenia. Komórki nie są w stanie natychmiast naprawiać uszkodzeń, co obniża ich tolerancję na działanie kwasów organicznych w produkcie, wzmagając efekt bakteriobójczy procesów HPP. Niskie pH soków dodatkowo może również hamować kiełkowanie przetrwalników bakteryjnych. Równie istotna jest aktywność wodna (aw) produktu, który poddawany jest obróbce wysokociśnieniowej. Wyższe wartości w skali Brix, a co za tym idzie niższa aktywność wodna sprawiają, że komórki mogą stać się bardziej baroodporne. Wysoka aktywność wodna soków powoduje, iż drobnoustroje stają się mniej odporne na działanie wysokiego ciśnienia, a proces przynosi lepszy efekt w zakresie utrwalania tych produktów [1, 2, 3, 9].

WYSOKIE CIŚNIENIE – wysokie bezpieczeństwo

Podobnie jak w przypadku tradycyjnych metod utrwalania żywności, w metodzie HPP drobnoustroje mają odmienną wrażliwość na zastosowane parametry (wysokość ciśnienia). Oporność na wysokie ciśnienie zwykle dotyczy tych samych szczepów drobnoustrojów, które są odporne na działanie wysokich temperatur. Klasyfikację odporności bakterii na poziom stosowanych ciśnień rozpoczyna się od przetrwalników bakteryjnych – formy najbardziej baroodporne. Mniej odporne są bakterie Gram-dodatnie G(+). Najbardziej wrażliwe na działanie wysokiego ciśnienia są bakterie Gram-ujemne G(-).

W przypadku stosowanych w praktyce poziomów ciśnień można podzielić je na 3 grupy w przedziale 200-600 MPa [4]:

- 200-300MPa – inaktywacja drożdży i pleśni,
- 300-400MPa – inaktywacja Gram-ujemnych bakterii,
- 500-600MPa – najwyższy stosowany w przemyśle spożywczym zakres ciśnień – redukcja najodporniejszych bakterii Gram-dodatnich.

WPŁYW HPP NA ZAWARTOŚĆ witaminy C i polifenoli w sokach

Producenci soków intensywnie poszukują rozwiązań pozwalających zachować jak największą wartość odżywczą w wytwarzanych produktach. Produkty premium wyróżniają się wyższą jakością w stosunku do żywności tradycyjnej. W przypadku soków NFC (z ang. Not From Concentrate – nie z koncentratu) wysoka zawartość związków po-

zytywnie wpływających na zdrowie oraz organizm czyni produkty tej kategorii coraz bardziej popularnymi wśród konsumentów, zwłaszcza tych dbających o zdrowie. Przykładem są cenione w ostatnim czasie soki świeżo wyciskane, niepasteryzowane. Pro-

dukt ten jest doskonałym źródłem składników odżywczych.

Tradycyjna termiczna obróbka soków powoduje straty witamin i związków wrażliwych na wysoką temperaturę. W sokach owocowych i warzywnych substancją, która dla zdrowia ludzkiego ma bardzo istotną wartość, jest witamina C. Kwas askorbinowy jest przeciwutleniaczem, związkiem wysoce labilnym termicznie. Z uwagi na swoją rozpuszczalność w wodzie jest bardzo narażony na utlenianie oraz na degradację w warunkach nawet nieznacznie podwyższonej temperatury. Rozwiązaniem pozwalającym chronić witaminę C przed degradacją może być technologia HPP [12].

Kolejnymi związkami w sokach mającymi szczególną wartość dla ludzkiego zdrowia są polifenole. Związki te odpowiadają za kształtowanie głównie barwy niebieskiej i czerwonej oraz za cierpki smak owoców. Podobnie jak witamina C mają działanie przeciwutleniające. Jednak ich potencjał utleniający może być nawet 30 razy większy od potencjału kwasu askorbinowego. Mechanizmy ich antyoksydacyjnej ochrony polegają na tzw. zmiataniu rodników, czyli cząsteczek o niesparowanych elektronach, które powodują mutacje DNA w komórkach organizmu oraz działają kancerogennie [8].

Podobnie jak witamina C polifenole ulegają degradacji pod wpływem wysokiej temperatury używanej w procesie pasteryzacji [6].

Celem pracy było określenie wpływu obróbki wysokociśnieniowej, przy zastosowaniu różnych wartości ciśnienia, na parametry mikrobiologiczne oraz fizykochemiczne soków: jabłkowego oraz pomarańczowego poddanych procesom HPP. Badania zostały przeprowadzone na sokach pomarańczowym oraz jabłkowym, z uwagi na fakt, iż są one popularnym źródłem witaminy C i polifenoli w diecie człowieka oraz wykorzystywane są często jako baza w produkcji soków wieloowocowych.

MATERIAŁ I METODYKA

MATERIAŁ

Materiał do badań stanowiły świeżo wyciśnięte soki: jabłkowy z odmiany Ligol oraz pomarańczowy z odmiany Naveline, które zostały pozyskane od lokalnego producenta soków owocowych i warzywnych. Po wyciśnięciu z owoców soki były zapakowane w butelki plastikowe PET, schłodzone do 4°C i poddane procesowi obróbki wysokociśnieniowej.

METODYKA

Proces wysokociśnieniowego utrwalania został przeprowadzony w prototypowym urządzeniu wysokociśnieniowym EXDIN Solutions – model HPP 6-CAL70 [13]. Urządzenie ma głowice umożliwiające bezpośredni i automatyczny załadunek produktu do komory wysokociśnieniowej (**tabela 1**) oraz charakteryzuje się wysoką efektywnością procesu HPP dla produktów butelkowanych.

Butelki z sokami umieszczono w komorze ciśnieniowej urządzenia, która następnie została odpowietrzona i wypełniona wodą. Ciśnienie robocze stosowane w procesie mieściło się w zakresie 300-600 MPa. Poziomy ciśnienie, jakim zostały poddane odpowiednie próbki soków, wynosiły 300, 400, 500 oraz 600 MPa. Czas przetrzymywania soków na danym poziomie wynosił 3 minuty. Po tym czasie obniżono ciśnienie do poziomu początkowego poprzez dekompresję ciśnienia, a następnie zakończono proces opróżnieniem komory z wody i rozładunkiem butelek.

Temperatura początkowa soku wynosiła 4°C. Food Safety Authority of Ireland [5] podaje informację, iż wzrost ciśnienia

Rozwiązaniem pozwalającym chronić witaminę C przed degradacją może być technologia HPP.

Tabela 1. Parametry komory wysokociśnieniowej EXDIN Solutions – model HPP 6-CAL70 [13]**Table 1.** Parameters of the high-pressure chamber EXDIN Solutions – model HPP 6-CAL70 [13]

Komora wysokociśnieniowa	
Maksymalne ciśnienie robocze	6000 barów (600 MPa)
Komora wielocylindrowa	cylindry nieruchome, zamknięte głowicami, umożliwiające automatyczny załadunek / rozładunek
Długość robocza cylindra	4500 mm
Objętość komory	100 litów
Pojemność efektywna (w przypadku butelek)	132 butelki (dla najpopularniejszej na rynku HPP butelki 0,5 l o wysokości 20 cm i średnicy 7 cm)
Napęd, zasilanie, sterowanie	
Generowanie ciśnienia	6 wzmacniacze wysokociśnieniowych
Napęd hydrauliczny	zasilany silnikiem elektrycznym 110 kW
Chłodzenie	chłodnica wodna
Układ	PLC Siemens
Sterowanie	dotykowy panel sterowniczy HMI
Załadunek, zalewanie, odpowietrzanie	
Załadunek	automatyczny podajnik produktów
Zalewanie i odpowietrzanie	pompy niskiego ciśnienia
Wydajność	
Godzinowa	1716 butelek* (wysokość 20 cm, średnica 7 cm) / h
Energochłonność	
	6,6 kWh / jeden cykl urzędzenia (132 butelki 0,5 l)
Gabaryty, masa całkowita	
Wymiary (długość x szerokość x wysokość)	bez podajnika produktów: 5 m x 5 m x 1,9 m z podajnikiem produktów: 10,5 m x 5 m x 1,9 m Moduły do transportu: 2 m x 5 m x 1,2 m
Masa	16 ton

Objaśnienia: *dla procesu z 2-minutowym czasem utrzymania maksymalnego ciśnienia.

podczas procesu o każde 100 MPa powoduje wzrost temperatury produktu o 3-6°C.

Soki po procesie utrwalania zostały poddane analizom mikrobiologicznym oraz fizykochemicznym. Oznaczenia ogólnej liczby drobnoustrojów (PN-EN ISO 4833-1:2013-12+Ap1:2016-11) oraz drożdży i pleśni (PN-ISO 21527-1:2009) dokonano w sokach surowych oraz sokach poddanych HPP bezpośrednio po procesie. Oznaczenia zawartości witaminy C dokonano przy wykorzystaniu metody miareczkowej (PN-A-04019:1998). Zawartość polifenoli ogółem w badanych sokach oznaczono metodą Folina-Ciocalteu (PB-ZO/PBJFS 18 wyd. 2 z dn. 21.07.2016). Obydwie analizy fizykochemiczne wykonano w sokach surowych oraz poddanych procesowi wysokociśnieniowego utrwalania bezpośrednio po procesie co 7 dni w trakcie 14-dniowego okresu przechowywania w temperaturze 4±2°C. Oznaczenia pH soków zostały dokonane przy zastosowaniu pehametru laboratoryjnego.

WYNIKI I DISKUSJA

Wyniki oznaczeń pH dla soku jabłkowego i pomarańczowego wyniosły odpowiednio 3,62 oraz 3,40. Analiza ogólnej liczby drobnoustrojów (OLD) oraz drożdży i pleśni jest wykorzystywana na szeroką skalę w przemyśle owocowo-warzywnym podczas wyznaczania terminu przydatności do spożycia w badaniach przechwalniczych żywności. Na **rysunku 1** przedstawiono wpływ procesu obróbki ciśnieniowej oraz parametrów procesów HPP na degradację ogólnej liczby drobnoustrojów (OLD) w soku jabłkowym i pomarańczowym. Na **rysunku 2** zobrazowano wpływ procesu obróbki ciśnieniowej na redukcję liczebności drożdży i pleśni.

Wszystkie próbki poddane zostały procesowi HPP o maksymalnych wartościach ciśnienia w zakresie 300-600 MPa w czasie 3 minut każda. Utrwalane ciśnieniowo soki charakteryzowały się redukcją poziomu drobnoustrojów w porównaniu z sokami niepoddanymi procesowi. Zarówno w przypadku OLD, jak też drożdży i pleśni redukcja rosła wraz ze wzrostem poziomu ciśnienia. Powyższe wyniki obrazują wysoką skuteczność obróbki wysokociśnieniowej w degradacji drobnoustrojów odpowiedzialnych bezpośrednio za psucie się soków. Stwierdzono, iż od poziomu 500 MPa następuje praktycznie całkowita redukcja ogólnej liczby drobnoustrojów w badanych sokach. Stannard i in. [10] określili kryteria mikrobiologiczne dla owoców całych lub pokrojonych oraz soków świeżo wyciśniętych i pasteryzowanych. Stwierdzili, że poziom mikroorganizmów w sokach poddanych obróbce wysokociśnieniowej o parametrach powyżej 400 MPa/3 min mieści się w rekomendowanej przez dobrą praktykę produkcyjną [10] granicy 10³ jtk/ml dla soków owocowych, w przeciwieństwie do soków niepoddawanych obróbce.

Na **rysunku 3** przedstawiono wyniki badania wpływu obróbki wysokociśnieniowej na zawartość witaminy C w świeżo wyciskanym soku pomarańczowym bezpośrednio po wytworzeniu oraz po 7 i 14 dniach przechowywania.

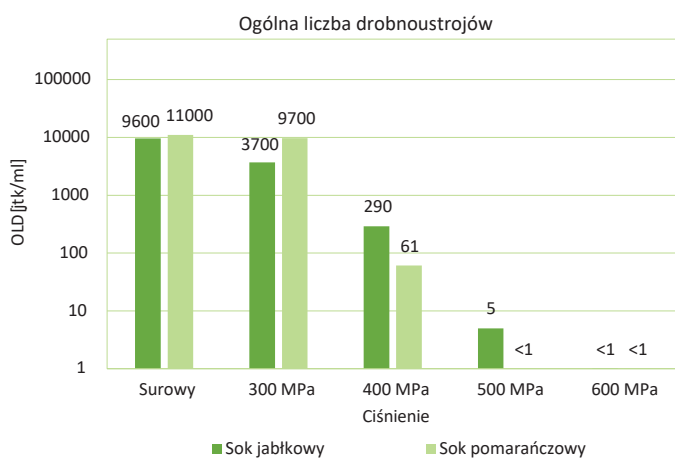
Stwierdzono, iż obróbka ciśnieniowa nie wpływa na zawartość witaminy C w badanym soku. Ponadto wykazano, że sok poddany procesowi utrwalania charakteryzował się podobną zawartością witaminy C jak sok surowy przez cały okres przechowywania.

Nie stwierdzono znacznych zmian zawartości związku w ciągu 14 dni od procesu. Zarówno sok surowy, jak i poddany obróbce wysokociśnieniowej charakteryzował się stabilnym poziomem zawartości witaminy C.

Na podstawie przytoczonych wyników można zatem stwierdzić, iż technologia HPP umożliwia otrzymanie soku pomarańczowego o wysokiej wartości odżywczej. Witamina C jest związkiem niestabilnym termicznie. Technologia HPP jest rozwiązaniem dla producentów żywności, którzy zmagają się z negatywnymi skutkami pasteryzacji, jakimi są utrata wrażliwych na wysoką temperaturę witamin oraz związków smakowo-zapachowych.

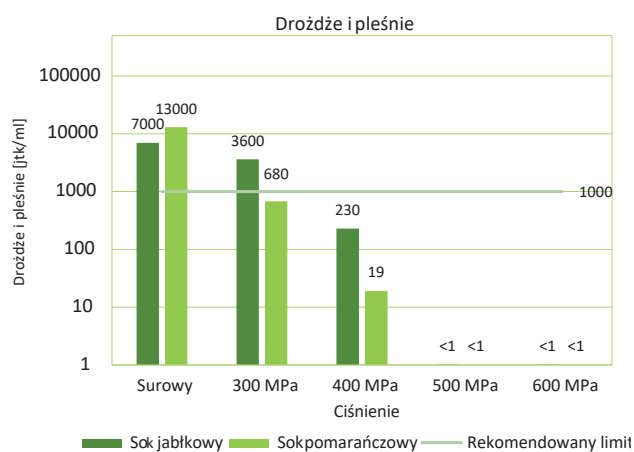
Na **rysunku 4** zobrazowano wyniki badań nad wpływem obróbki HPP na ogólną zawartość polifenoli w świeżo wyciskanym soku jabłkowym. Oznaczenia zostały dokonane w tym produkcie z uwagi na fakt, iż jabłka są istotnym i łatwo dostępnym źródłem polifenoli w codziennej diecie.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że ogólna zawartość polifenoli w soku poddanym wysokociśnieniowej obróbce porównywalna była z ich zawartością w soku surowym przez cały okres przechowywania. Nie stwierdzono znacznych różnic zawartości związku w ciągu 14 dni od procesu pomiędzy sokiem surowym i utrwalonym. Zaobserwowano, że bezpośrednio po procesie HPP nastąpił niewielki wzrost zawartości polifenoli w soku poddanym działaniu ciśnienia o wartości 500 MPa. Podobnie jak w przypadku analizowanej w tej pracy zawartości witaminy C w soku pomarańczowym, może to być skutkiem zwiększonej ekstraktywności związków polifenolowych w produkcie pod wpływem obróbki wysoko-



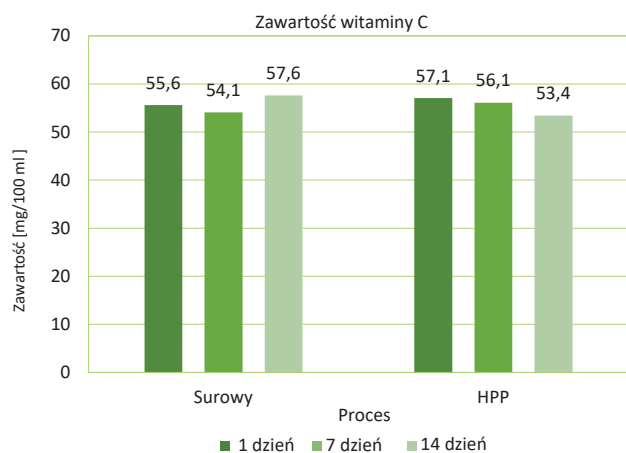
Rys. 1. Wpływ obróbki wysokociśnieniowej na redukcję poziomu ogólnej liczby drobnoustrojów w świeżo wyciskanym soku jabłkowym oraz pomarańczowym poddanych procesowi HPP o różnych wartościach ciśnienia

Fig. 1. The effect of high-pressure treatment on the reduction of total viable count in freshly squeezed apple and orange juices subjected to HPP process with different pressure values



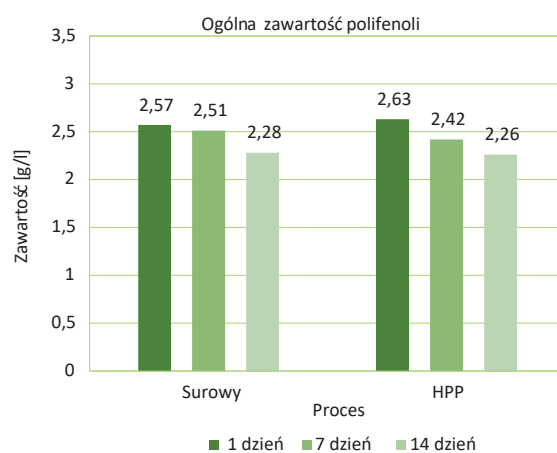
Rys. 2. Wpływ obróbki wysokociśnieniowej na redukcję poziomu liczebności drożdży i pleśni w świeżo wyciskanym soku jabłkowym oraz pomarańczowym poddanych procesowi HPP o różnych wartościach ciśnienia

Fig. 2. The effect of high-pressure treatment on the reduction in yeast and mold count in freshly squeezed apple and orange juices subjected to HPP process with different pressure values



Rys. 3. Wpływ obróbki wysokociśnieniowej na zawartość witaminy C w świeżo wyciskanym soku pomarańczowym poddanym procesowi HPP o parametrach 500 MPa/3 min po 7- i 14-dniowym okresie przechowywania w temperaturze $4 \pm 2^\circ\text{C}$

Fig. 3. The effect of high-pressure treatment on the content of vitamin C in freshly squeezed orange juice subjected to HPP process with parameters 500 MPa/3 min after 7 and 14 days of storage at a temperature of $4 \pm 2^\circ\text{C}$



Rys. 4. Wpływ obróbki wysokociśnieniowej na ogólną zawartość polifenoli w świeżo wyciskanym soku pomarańczowym poddanym procesowi HPP o parametrach 500 MPa/3 min po 7- i 14-dniowym okresie przechowywania w temperaturze $4 \pm 2^\circ\text{C}$

Fig. 4. The effect of high-pressure treatment on the content of polyphenols in freshly squeezed orange juice subjected to HPP process with parameters 500 MPa/3 min after 7 and 14 days of storage at a temperature of $4 \pm 2^\circ\text{C}$

ciśnieniowej. Jabłońska-Rys i in. [7] poddali analizie jabłka ogólnodostępnych odmian pod kątem zawartości polifenoli. Według ich badań zawartość polifenoli w miąższu jabłek odmiany Ligol wynosiła 2,72 g/l. Stwierdzono zatem, że sok utrwalany przy użyciu wysokiego ciśnienia charakteryzował się prawie niezmienną ilością opisywanych przeciwutleniaczy.

Sok jabłkowy wykorzystywany do badań był produktem świeżo wyciskanym, niepoddanym obróbce termicznej. Z uwagi na ten fakt stwierdzono, że niewielki spadek zawartości polifenoli w sokach podczas 14 dni przechowywania był prawdopodobnie związany ze szczątkową aktywnością enzymów naturalnie występujących w świeżych, niepasteryzowanych sokach.

WNIOSKI

Wykorzystanie technologii HPP (High Pressure Processing) umożliwia przedłużenie terminu przydatności do spożycia świeżo wyciskanych soków owocowych, przy minimalizowaniu strat wartości odżywczych podczas całego okresu przechowywania. Działanie wysokim ciśnieniem spowodowało znaczną, a w przypadku

wyższych ciśnień całkowitą redukcję poziomu liczebności OLD oraz drożdży i pleśni w badanych świeżo wyciskanych sokach, pozwalając na uzyskanie produktów bezpiecznych mikrobiologicznie. Redukcja drobnoustrojów zwiększała się wraz ze wzrostem ciśnienia. Obróbka wysokociśnieniowa badanych soków nie powodowała istotnych zmian zawartości witaminy C w soku pomarańczowym ani ogólnej zawartości polifenoli w soku jabłkowym w porównaniu z sokami niepoddanymi obróbce. Zastosowanie przez producenta technologii HPP pozwala na zachowanie wysokiej jakości świeżo wyciskanych sokach. Producent ma możliwość przedłużenia terminu przydatności do spożycia poprzez skuteczną degradację poziomu drobnoustrojów powodujących psucie soków, nie narażając produktu na jednoczesne straty cennych wartości odżywczych. ■

Mgr inż. J. Bone, dr inż. G. Widłak, mgr inż. Ł. Wachowicz

– EXDIN Solutions Sp. z o. o. Kraków;

e-mail: contact@exdinsolutions.com

 EXDIN SOLUTIONS

LITERATURA:

- [1] Bayindirli A., H. Alpas, F. Bozoğlu, H. Mizal. 2006. „Efficiency of high-pressure treatment on inactivation of pathogenic microorganism and enzymes in apple, orange, apricot and sour cherry juices”. *Food Control* 17 : 52-58.
- [2] Bull M., E. Szabo, M. Cole, C. Stewart. 2005. „Toward validation of process criteria for high-pressure processing of orange juice with predictive models”. *Journal of Food Protection* 68 (5) : 949-954.
- [3] Deher D., S. Le Gourrierec, C. Pérez-Lamela. 2017. „Effect of high pressure processing on the microbial inactivation in fruit preparations and other vegetable based beverages”. *Agriculture* 7 (9) : 1-18.
- [4] Dudzińska A., J. Domagała, M. Wszolek. 2014. „Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na mikroorganizmy występujące w mleku i na właściwości mleka”. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość* 3 (94) : 27-40.
- [5] Food Safety Authority of Ireland. 2015. „High Pressure Processing of Foods”. *Microbial Factsheet Series* 1 September 2015: 1-3.
- [6] Gozdecka G., J. Kaniewska, M. Domoradzki, K. Jędrzycka. 2015. „Ocena zawartości wybranych składników bioaktywnych w przetworach z borówki czernicy”. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość* 1 (98) : 170-180.
- [7] Jabłońska-Ryś E., W. Gustaw, A. Latoch. 2014. „Ocena przydatności technologicznej wybranych odmian jabłek pod względem potencjału brązowienia”. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość* 1 (92) : 114-123.
- [8] Lu Y., L.Y. Foo. 2000. „Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace”. *Food Chemistry* 68 : 81-85.
- [9] Setikaite I., T. Koutchma, E. Patazca, B. Paris. 2009. „Effects of water activity in model systems on high-pressure inactivation of *Escherichia coli*”. *Food and Bioprocess Technology* 2 (2) : 213-221.
- [10] Stannard C., C. Bell, M. Greenwood, J. Hooker, A. Kyriakides, R. Mills. 1997. „Development and use of microbiological criteria for foods. Guidance for those involved in using and interpreting microbiological criteria for foods”. *Food Science and Technology Today* 11 (3) : 139-177.
- [11] Szczepańska J., K. Marszałek, S. Skąpska. 2017. „Zastosowanie wysokich ciśnień do utrwalania soków NFC”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 11/12 : 48-52.
- [12] Tewari S., Sehrawat R., Nema PK., B.P. Kaur. 2017. „Preservation effect of high pressure processing on ascorbic acid of fruits and vegetables: A review”. *Journal of Food Biochemistry* 41 (1) : 1-14.
- [13] www.exdinsolutions.com, 26.02.2019.

WYDARZENIE

Odpady z tworzyw sztucznych i recykling w UE: fakty i liczby

W Europie mniej niż jedna trzecia odpadów z tworzyw sztucznych trafia do recyklingu. Produkcja tworzyw sztucznych gwałtownie wzrosła w ciągu zaledwie kilku dziesięcioleci – z 1,5 mln ton w 1950 r. do 322 mln ton w 2015 r. na całym świecie. Wraz z nią wzrosła też ilość odpadów z tworzyw sztucznych. UE podjęła już działania w celu ograniczenia ilości odpadów z tworzyw sztucznych, ale co się dzieje z odpadami, które powstają pomimo wszelkich wysiłków? I jak można zwiększyć poziom recyklingu odpadów z tworzyw sztucznych?

W Europie najczęstszym sposobem utylizacji odpadów z tworzyw sztucznych jest odzyskiwanie energii, a następnym w kolejności – składowanie odpadów. 30% wszystkich wytworzonych odpadów z tworzyw sztucznych jest zbieranych w celu recyklingu, którego poziom jest bardzo różny w poszczególnych krajach. Połowę tworzyw sztucznych zebranych w celu recyklingu wywozi się do krajów spoza UE. Przyczyny wywozu to m.in. brak zdolności, technologii lub zasobów finansowych potrzebnych do przetwarzania odpadów na miejscu. W przeszłości znaczna część wywożonych odpadów z tworzyw sztucznych była wysyłana do Chin, ale w związku z ostatnio wprowadzonym przez ten kraj zakazem przywozu takich odpadów coraz bardziej nieodzowne jest znalezienie innych rozwiązań. Niski poziom recyklingu tworzyw sztucznych w UE oznacza duże straty dla gospodarki i środowiska. Szacuje się, że dla gospodarki strata wartości opakowań z tworzyw sztucznych po krótkim okresie pierwszego wykorzystania wynosi 95%.

Co roku produkcja i spalanie tworzyw sztucznych przyczynia się w skali światowej do emisji około 400 mln ton CO₂, których części można by uniknąć dzięki usprawnieniu recyklingu.

Główne problemy utrudniające recykling tworzyw sztucznych to jakość i cena produktu pochodzącego z recyklingu w porównaniu z ich pierwotnym odpowiednikiem. W rezultacie popyt na tworzywa sztuczne pochodzące z recyklingu stanowi zaledwie 6% zapotrzebowania na tworzywa sztuczne w Europie.

Posłowie do PE poparli we wrześniu europejską strategię w dziedzinie tworzyw sztucznych, zgodnie z którą do 2030 r. wszystkie odpady opakowaniowe z tworzyw sztucznych powinny nadawać się do recyklingu. Oznacza to potrzebę lepszego projektowania uwzględniającego możliwość recyklingu, ale zgodnie z propozycją posłów niezbędne są też środki zachęcające do wprowadzania na rynek tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu. Środki te obejmują:

- tworzenie norm jakości wtórnych tworzyw sztucznych;
- zachęcanie do certyfikacji w celu zwiększenia zaufania przemysłu i konsumentów;
- wprowadzenie obowiązkowych zasad dotyczących minimalnej zawartości materiałów pochodzących z recyklingu w niektórych produktach;
- zachęcanie państw członkowskich do ewentualnego obniżenia podatku VAT na produkty pochodzące z recyklingu.
- Jednocześnie Parlament Europejski poparł środki mające na celu zmniejszenie ilości odpadów z tworzyw sztucznych:
- zakaz stosowania niektórych produktów jednorazowego użytku z tworzyw sztucznych
- ograniczenie lekkich toreb plastikowych w UE w 2015 r.

Wezwał też Komisję Europejską do podjęcia działań przeciwko mikrodrobinom plastiku. ■

op. MM na podstawie: <http://www.europarl.europa.eu/news>



Prenumerata 2019 przemyslspozywczy.eu

Wirtualna Czytelnia www.sigma-not.pl