

GRAŻYNA GOZDECKA, JOANNA KANIEWSKA, MAREK DOMORADZKI,
KATARZYNA JĘDRYCZKA

OCENA ZAWARTOŚCI WYBRANYCH SKŁADNIKÓW BIOAKTYWNYCH W PRZETWORACH Z BORÓWKI CZERNICY

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu sposobu przygotowania przetworów z borówki czernicy na zawartość wybranych związków przeciwutleniających. Materiał do badań stanowiły przetwory otrzymane z owoców zebranych w lasach województwa kujawsko-pomorskiego. Przetwory przygotowano ze świeżych oraz mrożonych owoców według domowych receptur. Badaniom poddano owoce mrożone, dżem niskosłodzony, syrop przygotowany „na ciepło”, syrop przygotowany „na zimno” oraz zupy borówkowe w dwóch wariantach. W przetworach oznaczono ekstrakt ogólny, pH, zawartość polifenoli ogółem oraz antocyjanów. Spośród badanych produktów największą zawartością polifenoli i antocyjanów charakteryzował się syrop, który nie był poddany obróbce termicznej, tzw. na zimno, odpowiednio: 1859 mg GAE/100 g i 549 mg/100 g. Dodatek soku z cytryny do zupy przed gotowaniem ograniczył degradację antocyjanów i ich zawartość (414 mg/100 g owoców) nie różniła się istotnie ($p \leq 0,05$) w porównaniu z ich ilością w zupie przygotowanej z owoców mrożonych (444 mg/100 g). Wraz z wydłużaniem czasu obróbki cieplnej następowało zwiększanie degradacji badanych związków nawet do 80 % zawartości początkowej antocyjanów.

Słowa kluczowe: borówka czernica, przetwory, polifenole, antocyjany

Wprowadzenie

Szczególną rolę w profilaktyce tzw. chorób cywilizacyjnych przypisuje się przeciwutleniaczom znajdującym się w owocach i warzywach [15, 27]. Należą do nich m.in. kwas askorbinowy, tokoferole, kwasy organiczne, selen, a także liczna grupa związków polifenolowych, do których zalicza się m.in. kwasy fenolowe, izoflawony czy antocyjany. Polifenole wykazują zdolność neutralizacji szkodliwego działania

*Dr inż. G. Gozdecka, mgr inż. J. Kaniewska, dr hab. inż. M. Domoradzki, prof. UTP, inż. K. Jędryczka,
Katedra Aparatury i Technologii Żywności, Wydz. Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet
Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Seminaryjna 3, 85-326 Bydgoszcz.
Kontakt: grazyna.gozdecka@utp.edu.pl*

wolnych rodników, a ponadto wpływają na zmniejszenie stężenia cholesterolu w surowicy krwi oraz na obniżenie ciśnienia tętniczego [21]. Dużą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzują się owoce jagodowe, wśród których na szczególną uwagę zasługuje borówka czernica.

Borówka czernica (*Vaccinium myrtillus* L.) powszechnie występuje w lasach Azji, Europy i Ameryki Północnej. Jej owoce, zależnie od odmiany, warunków wzrostu i terminu zbioru zawierają $25 \div 497$ mg/100 g antocyjanów, które nadają ciemnogrnatą barwę wszystkim jej produktom [10]. Häkkinen i Törrönen [5] stwierdzili, że mogą występować różnice zarówno pod względem zawartości związków fenolowych, jak i ich składu w zależności od geograficznego miejsca zbioru owoców. W borówce czernicy wykryto 18 związków z grupy antocyjanów, wśród których największy udział mają pochodne delfinidyny i cyjanidyny, odpowiednio: 29,73 i 29,6 %. W owocach tych występują jeszcze pochodne malwidyny (16,97 %), petunidyny (16,96 %) i peonidyny (6,57 %) [20]. Owoce borówki czernicy zawierają także kwasy fenolowe, takie jak galusowy, na poziomie $614 \div 800$ mg/100 g [15, 16].

Antocyjany są naturalnymi barwnikami zaliczanymi do grupy flawonoidów, odpowiedzialnymi za niebieską, purpurową lub czerwoną barwę owoców i kwiatów [11]. Związki te charakteryzują się małą stabilnością z powodu ich wrażliwości na wiele czynników środowiskowych. W zależności od odczynu środowiska, w jakim się znajdują, ulegają one przemianom, co skutkuje zmianą ich barwy [29]. Czynnikiem wpływającym niekorzystnie na zawartość antocyjanów są enzymy z grupy fenolaz i polifenolaz. Stopień degradacji barwników antocyjanowych zależy również od temperatury, która w wyższych zakresach bardzo intensywnie przyspiesza ich rozkład. Także obecność tlenu wpływa niekorzystnie na poziom zawartości antocyjanów, a jego usunięcie może powodować istotne zmniejszenie efektów degradacji. Ekspozycja barwników antocyjanowych na światło rozproszone działa podobnie jak wysoka temperatura, natomiast duże stężenie cukru (powyżej 20 %) chroni je [6, 14, 22].

Antocyjany borówki czernicy wykazują szerokie działanie prozdrowotne, m.in. wpływają na zmniejszenie przepuszczalności i kruchości naczyń krwionośnych, hamują agregację płytek krwi, poprawiają widzenie po zmierzchu i adaptację do ciemności, a także chronią siatkówkę przed uszkodzeniami [12, 17]. Podejmowane są również badania mające na celu określenie właściwości przeciwnowotworowych antocyjanów pochodzących z gatunku *Vaccinium* [12]. Wywary z borówki czernicy mają właściwości przeciwzapalne, przeciwbiegunkowe i przeciwwrzodowe, dlatego stosowane są w niezżytach żołądka i jelit oraz w leczeniu infekcji dróg moczowych i szkorbutu [17]. Borówka czernica przerabiana jest często w gospodarstwach domowych na dżemy, soki czy nalewki.

Celem pracy było określenie wpływu sposobu przygotowania przetworów z borówki czernicy na zawartość w nich wybranych związków przeciwutleniających.

Materiały i metody badań

Materiałem do badań były mrożone owoce borówki czernicy oraz produkty przygotowane ze świeżych oraz mrożonych owoców według domowych receptur. Owoce borówki zebrano w lasach Dąbrowy Chełmińskiej koło Bydgoszczy na początku lipca 2012 roku. Przetwory przygotowano zgodnie z poniższym opisem:

- A – owoce mrożone – świeże owoce zapakowano próżniowo w opakowaniach z PE o pojemności 250 cm³, zamrażano i przechowywano w temp. -22 °C przez 90 dni;
- B – dżem wytworzono ze świeżych owoców borówki czernicy i cukru żelującego z udziałem pektyn Żelfix 3 : 1 Dr. Oetker (wsad 75 g owoców i 25 g cukru). Po zagotowaniu owoców z cukrem produkt utrzymywano w stanie wrzenia przez 15 min, następnie masę rozlewano do wysterylizowanych opakowań szklanych, zamykano i chłodzono do temp 4 °C. Oznaczenia wykonywano w ciągu 24 h od rozlania dżemu;
- C – syrop „na ciepło” otrzymywano przez zasypanie świeżych owoców cukrem w stosunku wagowym 1 : 1, zagotowanie i utrzymanie w stanie wrzenia przez 5 min. Następnie miazgę oddzielano na sicie, a syropem napełniano wysterylizowane opakowania szklane, zamykano je i chłodzono do temp 4 °C. Oznaczenia wykonywano w ciągu 24 h od rozlania syropu;
- D – syrop „na zimno” otrzymywano przez zasypanie świeżych owoców cukrem w stosunku wagowym 1 : 1 i pozostawienie mieszaniny na 60 dni w temp. 20 ± 2 °C bez dostępu światła. Po tym czasie miazgę oddzielano na sicie, a syropem napełniano wysterylizowane opakowania szklane. Zamykano je i przechowywano w warunkach chłodniczych (4 °C). Oznaczenia wykonywano w ciągu 24 h od rozlania syropu;
- E1, E2 – zupa borówkowa z dodatkiem soku z cytryny, przygotowana na podstawie składu surowcowego zupy Sagolika Blåbärssoppa dostępnej na rynku duńskim, z owoców mrożonych (85 g) i cukru (90 g) w 1 dm³ wody. Do zupy E1 dodawano 5 cm³ soku z cytryny przed rozpoczęciem gotowania, do zupy E2 dodawano tę samą ilość soku po zakończeniu gotowania. Po osiągnięciu stanu wrzenia do przygotowywanych zup dodawano 12 g skrobi ziemniaczanej rozpuszczonej w 25 cm³ zimnej wody, następnie ponownie doprowadzono je do stanu wrzenia. Zupy o zawartości owoców wynoszącej 7 % (m/m) przelewano do wysterylizowanych opakowań szklanych, zamykano i przechowywano w warunkach chłodniczych w temp. 4 °C. Oznaczenia wykonywano następnego dnia po przygotowaniu zup.

We wszystkich produktach mierzono ekstrakt ogólny refraktometrem J257 firmy Rudolph Research Analytical [18], natomiast pH produktów mierzono pH-metrem CPC-505 firmy ELMETRON. Owoce mrożone przed oznaczeniami poddawano

homogenizacji w homogenizatorze laboratoryjnym H-500 firmy POL-EKO (20000 obr./min przez 3 min). Zawartość związków polifenolowych oznaczano spektrofotometrycznie w spektrofotometrze Rayleigh UV 2601 przy $\lambda = 765$ nm według zmodyfikowanej metody z odczynnikiem Folin-Ciocalteu'a w przeliczeniu na kwas galusowy (GAE) [28]. Zawartość antocyjanów oznaczano metodą różnicowanego pH przy $\lambda = 510$ nm w przeliczeniu na cyjanido-3-glukozyd [4].

W celu oznaczenia zawartości antocyjanów w owocach oraz dżemach pobierano 20 g produktu i poddawano 3-minutowej homogenizacji (20000 obr./min) ze 100 cm³ mieszaniny metanolu z 1,5-molowym kwasem solnym (85 : 15). Homogenat odwirowywano przez 20 min w wirówce przy 4000 obr./min. Do oznaczeń pobierano klarowną ciecz. Pozostałe produkty były odpowiednio rozcieńczane buforami, tak aby przeprowadzić pomiar spektrofotometryczny w zakresie absorbancji od 0,3 do 0,8. W zależności od próbki współczynnik rozcieńczenia (DF) wynosił od 12,5 w przypadku dżemu do 42 – syropu otrzymanego „na zimno”.

Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki zawartości antocyjanów i polifenoli przeliczono na 100 g owoców w badanych produktach.

Wyniki poddano analizie statystycznej w programie Statistica 10, stosując jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem Tukeya, na poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Najmniejszą zawartością ekstraktu charakteryzowały się owoce mrożone (A) i zupy (E1 i E2). Wartość ekstraktu w tych produktach nie różniła się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$). Natomiast dżem niskosłodzony (B) różnił się istotnie ($p \leq 0,05$) pod względem zawartości ekstraktu (39,5 %) od pozostałych przetworów. Wartość ta była znacznie wyższa od ekstraktu w owocach i zupach i znacznie niższa od ekstraktu w syropach. Jak podają Drużyńska i Plewka [2], ekstrakt w tej grupie produktów powinien wynosić 60 %, co oznacza, że syropy otrzymane według domowych receptur nie osiągnęły tego poziomu ze względu na mniejszy ekstrakt (C – 50,3 %, D – 47,0 %). Ekstrakt w dżemie (B) (39,5 %) zawierał się w granicach przyjętych dla dżemu niskosłodzonego i był analogiczny z wartościami ekstraktu dżemów otrzymanych przez Cendrowskiego i wsp. [1] oraz Ścibisz i Mitek [23]. Giovanelli i Buratti [3] w dziko rosnących owocach borówek oznaczyły 11,1 % ekstraktu, a w uprawnych – 10,8 %. Należy jednak zaznaczyć, że różnice w ekstrakcie mogą być spowodowane wieloma czynnikami, np. warunkami pogodowymi czy stopniem dojrzałości owoców.

Badane przetwory były znacznie mniej zróżnicowane pod względem wartości pH niż w zakresie ekstraktu ogólnego. Kwasowość (pH) zupy, do której dodano sok z cytryny przed jej obróbką termiczną (E1), była najwyższa (pH = 3,91), natomiast

zupa E2 charakteryzowała się niższym pH = 3,49. Owoce mrożone (A) oraz pozostałe przetwory (B, C, D) charakteryzowały się pH niższym, wynoszącym ok. 3,1 i nieróżniącym się istotnie ($p \leq 0,05$) od pH zupy E2 (tab. 1). Przyjmuje się, że pH dżemów niskosłodzonych powinno wynosić od 3 do 6, ze względu na warunki żelowania dodawanych w procesie technologicznym pektyn [25]. Cendrowski i wsp. [1] oraz Ścibisz i Mitek [23], badając dżemy m.in. z borówki wysokiej, uzyskali znacznie niższe wartości (pH ok. 2,31), co może być związane m.in. z różnym stopniem dojrzałości owoców. Giovanelli i Buratti [3] uzyskały pH owoców borówek dziko rosnących i uprawnych zbliżone do otrzymanych w niniejszej pracy, a mianowicie: 3,13 i 3,22.

Tabela 1. Ekstrakt ogólny i pH przetworów przygotowanych z owoców borówki czernicy
Table 1. Total soluble solids and pH of preserves made from bilberry fruits

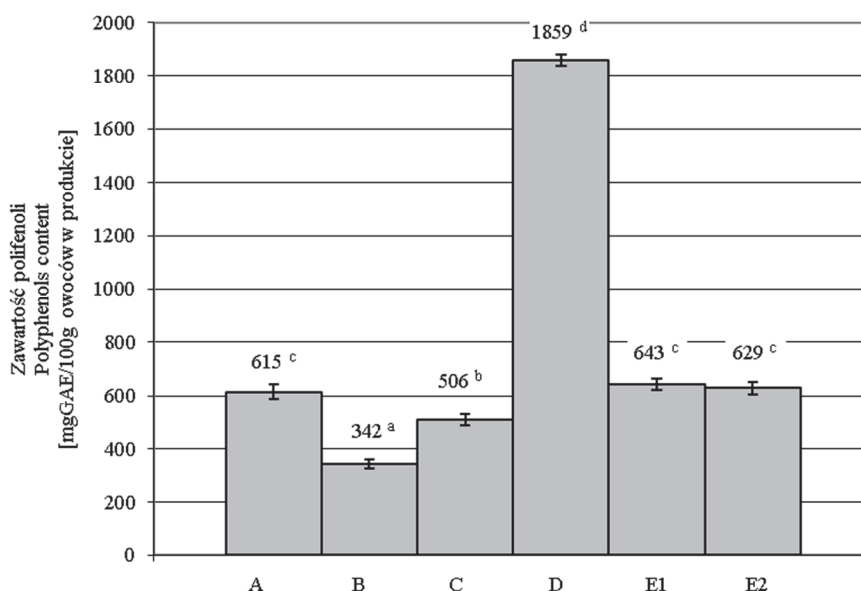
Parametr Parameter	Badane przetwory / Products analyzed					
	A Owoce mrożone Frozen fruits	B Dżem Jam	C Syrop „na ciepło” Syrup made ‘with heat’	D Syrop „na zimno” Syrup made ‘without heat’	E1 Zupa borów- kowa wariant I Bilberry soup – variant I	E2 Zupa borówkowa wariant II Bilberry soup – variant II
Ekstrakt ogólny Total soluble solids [%]	9,1 ^a ± 0,2	39,5 ^b ± 0,5	50,3 ^d ± 0,7	47,0 ^c ± 0,7	11,1 ^a ± 0,7	11,0 ^a ± 0,6
pH	3,09 ^a ± 0,1	3,09 ^a ± 0,1	3,10 ^a ± 0,2	3,04 ^a ± 0,2	3,91 ^b ± 0,2	3,49 ^{ab} ± 0,2

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; n = 6; a, b, c, d – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami w obrębie tego samego parametru (w wierszach) nie różnią się statystycznie istotnie ($p = 0,05$) / mean values within the same parameter and denoted by the same letters do not differ statistically significantly ($p = 0,05$).

Na rys. 1. przedstawiono wyniki oznaczania związków fenolowych w badanych produktach, w przeliczeniu na 100 g owoców w produkcie. Największą zawartością polifenoli charakteryzował się syrop borówkowy otrzymany „na zimno” (D – 1859 mg GAE). Owoce podczas przygotowania syropu „na zimno” były poddane długotrwałej maceracji (60 dni) cukrem, podczas której związki polifenolowe mogły stopniowo uwalniać się ze struktur komórkowych i przechodzić w zdecydowanej większości do syropu. Taka obróbka mogła spowodować uzyskanie większej zawartości polifenoli w syropie „na zimno” niż w owocach mrożonych, które poddano tylko krótkotrwałej homogenizacji. Całkowita zawartość polifenoli w owocach mrożonych wyniosła ok.

615 mg GAE/100 g. Giovanelli i Buratti [3] uzyskały zbliżone wartości w owocach borówki rosnącej w rejonie Abetone we Włoszech (577 i 614 mg GAE/100 g). Najmniejszą zawartością związków polifenolowych charakteryzowały się przetwory, których wytworzenie wiązało się z oddziaływaniem podwyższonej temperatury – dżem (B – 342 mg GAE/100 g) i syrop „na ciepło” (C – 506 mg GAE/100 g). Produkty te zawierały istotnie mniej ($p \leq 0,05$) polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy w porównaniu z ich zawartością w syropie „na zimno” (D) i w mrożonych owocach (A). Im dłuższą obróbkę cieplną zastosowano, tym mniej polifenoli zawierały przetwory. Najkrótsze ogrzewanie zastosowano podczas przygotowywania zup (E1, E2), w których poziom polifenoli nie różnił się istotnie ($p \leq 0,05$) od ich zawartości w owocach mrożonych.



Objaśnienie: / Explanatory note:

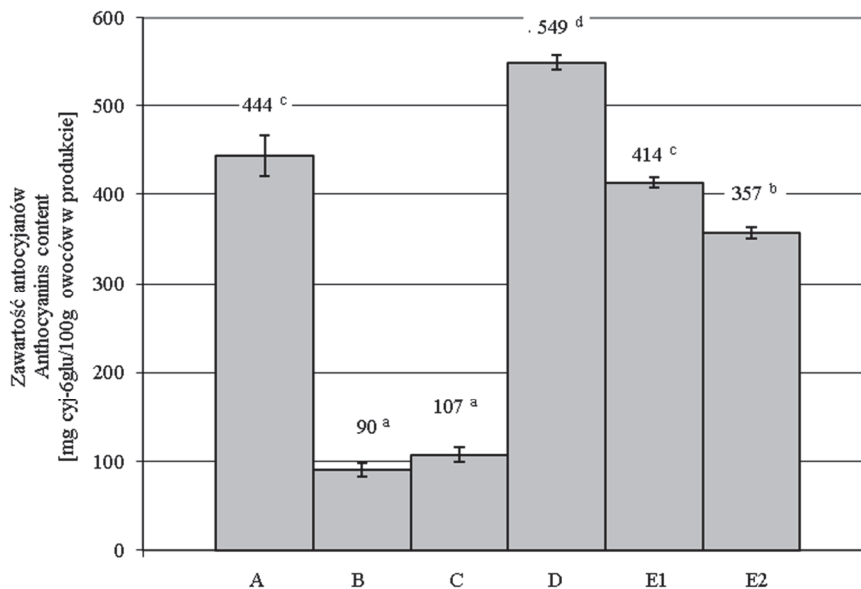
a, b, c, d – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($p = 0,05$) / mean values in denoted by the same letters do not differ statistically significantly ($p = 0.05$)

Rys. 1. Całkowita zawartość związków fenolowych w przetworach z borówki czernicy, w przeliczeniu na kwas galusowy

Fig. 1. Total content of polyphenols in bilberry preserves expressed as gallic acid

Porównując zawartość antocyjanów w przetworach (rys. 2) można zauważyć, że rodzaj obróbki istotnie wpłynął na ich poziom w porównaniu z ilością antocyjanów w borówkach mrożonych (A – 444 mg cyj-6-glu/100 g). Ścibisz i Mitek [24] potwierdziły wpływ mrożenia na wzrost zawartości antocyjanów w owocach borówki czerni-

cy. Autorki zasugerowały poprawę efektywności ekstrakcji barwników przez powstające w czasie mrożenia kryształki lodu, które mogą powodować mechaniczne uszkodzenie tkanek. W ten sposób ułatwione jest przenikanie antocyjanów z rozerwanych tkanek do roztworu ekstrakcyjnego. Podobne obserwacje poczynili Kaniewska i wsp. [8].



Objaśnienie jak pod rys. 1. / Explanatory note as in Fig. 1.

Rys. 2. Zawartość antocyjanów w przetworach z borówki czernicy

Fig. 2. Content of anthocyanins in bilberry preserves

Zupa borówkowa (E1), do której dodano przed gotowaniem sok z cytryny, nie różniła się istotnie ($p \leq 0,05$) pod względem zawartości antocyjanów (414 mg/100 g) od owoców mrożonych (A), natomiast syrop „na zimno” zawierał istotnie więcej ($p \leq 0,05$) antocyjanów (549 mg/100 g), co można tłumaczyć lepszą maceracją tkanki i uwalnianiem barwników z wakuoli komórkowych, podobnie jak obserwowano to w przypadku polifenoli. W przetworach (B, C), które przygotowywano w wysokiej temperaturze, straty antocyjanów wyniosły ok. 80 %. Podobne wyniki uzyskali Wang i wsp. [26]. Mitek i Gasik [14] podają, że podczas gotowania dżemu truskawkowego straty antocyjanów sięgają 90 %. Ścibisz i Mitek [23] wykazały, że zawartość antocyjanów w dżemie z borówki wysokiej zmniejsza się 3 - 4-krotnie w porównaniu z antocyjanami obecnymi w świeżych owocach. Jednocześnie autorki zaznaczyły, że w badaniach innych autorów odnotowano straty antocyjanów w dżemach na niższym

poziomie (10 i 38 %). Zróżnicowane straty mogą wynikać zarówno z odmiennego składu surowcowego, jak i z innych okresów obróbki termicznej oraz ze sposobu prowadzenia procesu. Również Szajdek i wsp. [21] wykazały degradujący wpływ wysokiej temperatury na zawartość antocyjanów w sokach z owoców jagodowych poddanych pasteryzacji. Także Ścibisz i wsp. [22] badali wpływ obróbki termicznej na straty antocyjanów wyizolowanych z owoców borówki wysokiej i stwierdzili, że ogrzewanie badanych ekstraktów powoduje zmniejszenie zawartości antocyjanów, a ich degradacja przebiega zgodnie z reakcją pierwszego rzędu. Wymienieni autorzy wykazali największe straty pochodnych delfinidyny, a najmniejsze – pochodnych malwinidyny. W owocach borówki czernicy, jak podają Ştefănuţ i wsp. [20], występuje w znacznej ilości delfinidyna wrażliwa na działanie podwyższonej temperatury, co potwierdza duże straty antocyjanów w badanych przetworach.

Wielu badaczy podaje, że zarówno dodatek cukru, jak i pektyn, wpływa stabilizująco na antocyjany [7, 9, 14]. Najwięcej cukru, zgodnie z recepturą, znajdowało się w syropie „na ciepło” (C) oraz w syropie „na zimno” (D), który dodatkowo nie był poddany obróbce termicznej. W dżemie (B) znajdowały się również pektyny dodane z cukrem. W tym przypadku równoczesna obecność cukru i pektyn nie chroniła jednak antocyjanów przed degradacją pod wpływem obróbki termicznej. Należy wziąć pod uwagę, że istotne są zarówno rodzaj i stężenie antocyjanów oraz preparatów pektynowych, jak i obecność substancji towarzyszących, co było przedmiotem prac z tego zakresu [7, 13]. Mitek i Gasik [14] podają, że dodatek kwasów organicznych, np. kwasu cytrynowego i kwasu askorbinowego, przyczynia się pośrednio do stabilizacji antocyjanów poprzez hamowanie reakcji enzymatycznego brunatnienia, podczas którego antocyjany ulegają utlenieniu. Rola kwasu askorbinowego nie jest jednoznaczna. W obecności tlenu ulega on nieenzymatycznemu utlenianiu, a powstający nadtlenek wodoru degraduje antocyjany. Starr i Francis [19] wykazali, że wraz ze wzrostem stężenia kwasu askorbinowego degradacja antocyjanów w soku żurawinowym nasila się. Na rozkład tych barwników wpływ ma ich stosunek ilościowy do witaminy C. Przewaga ilościowa kwasu askorbinowego nad antocyjanami wywołuje ich degradację, jeżeli zaś stężenie antocyjanów jest wyższe od stężenia kwasu askorbinowego, wówczas, jako przeciwutleniacz, działa on ochronnie poprzez redukcję chinonów utleniających antocyjany, a także poprzez hamowanie reakcji polimeryzacji antocyjanów [14]. W zupach (E1 i E2) zastosowano niewielki dodatek soku z cytryny. Oznaczona ilość antocyjanów była istotnie różna ($p \leq 0,05$) w obu zupach (E1 – 414 mg/100 g, E2 – 357 mg/100 g). Może być to związane z inną kolejnością dodawania soku (E1 – dodatek soku z cytryny przed gotowaniem, E2 – dodatek po gotowaniu). Dodatek soku z cytryny przed gotowaniem w większym stopniu wpłynął ochronnie na zawartość antocyjanów, ograniczając w pewnym stopniu ich redukcję wywołaną obróbką cieplną,

niż jego dodatek zaraz po przeprowadzeniu krótkotrwałego gotowania, z uwagi na wyższą stabilność antocyjanów w środowisku kwaśnym.

Wnioski

1. Obróbka termiczna owoców borówki czernicy wpływa degradująco na zawartość w nich polifenoli ogółem i antocyjanów. Spośród badanych przetworów największą ich zawartością charakteryzują się te, które otrzymano bez stosowania obróbki cieplnej, czyli syrop przygotowany „na zimno” oraz owoce mrożone.
2. Otrzymywanie syropu „na zimno” po 60-dniowym przetrzymywaniu owoców w cukrze umożliwia uwolnienie ze struktur komórkowych największej ilości polifenoli i antocyjanów w porównaniu z pozostałymi metodami otrzymywania przetworów.
3. Dodatek soku z cytryny przed procesem gotowania zupy działa ochronnie na zawartość antocyjanów.

Literatura

- [1] Cendrowski A., Ścibisz I., Mitek M.: Wpływ warunków przechowywania na zawartość hydroksymetylofurfuralu, furfuralu i kwasu askorbinowego w dżemach z owoców jagodowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **6 (79)**, 155-166.
- [2] Drużyńska B., Plewka K.: Ocena towaroznawcza syropów malinowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012, **45 (3)**, 634-638.
- [3] Giovanelli G., Buratti S.: Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chem.*, 2009, **112**, 903-908.
- [4] Giusti M.M., Wrolstad R.E.: Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Curr. Protocols Food Anal. Chem.*, 2001, F 1.2.1-F 1.2.13.
- [5] Häkkinen S.H., Törrönen A.R.: Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Res. Int.*, 2000, **33**, 517-524.
- [6] Horbowicz M., Kosson R., Grzesiuk A., Dębski H.: Anthocyanins of fruit and vegetable – their occurrence, analysis and role in human nutrition. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 2008, **68**, 5-22.
- [7] Kalisz S., Mitek M., Nowicka M.: Wpływ dodatku pektyn wysokometylowanych na zawartość składników o właściwościach przeciwutleniających w sokach truskawkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **2 (51)**, 145-154.
- [8] Kaniewska J., Gozdecka G., Domoradzki M., Szambowska A.: Przydatność przetwórcza i charakterystyka owoców jagody kamiczackiej i jej przetworów. *NIT*, 2013, **4 (11)**, 58-67.
- [9] Kolniak J.: Wpływ sposobu zamrażania, rozmrażania oraz dodatków kriochronnych na zawartość polifenoli ogółem, antocyjanów i pojemność przeciwutleniającą mrożonek truskawkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5 (60)**, 135-148.
- [10] Lauro G.J., Francis F.J. (Red.). *Natural Food Colours, Science and Technology*. IFT Basic Symposium Series 14, Marcel Dekker, 2000.
- [11] Lohachoompol V., Mulholland M., Szrednicki G., Craske J.: Determination of anthocyanins in various cultivars of highbush and rabbiteye blueberries. *Food Chem.*, 2008, **111**, 249-254.

- [12] Madhavi D.L., Bomser J., Smith M.A.L., Singletary K.: Isolation of bioactive constituents from *Vaccinium myrtillus* (Billberry) fruits and cell cultures. *Plant Science*, 1998, **131**, 95-103.
- [13] Marszałek K., Kalisz S., Mitek M.: Wpływ dodatku preparatów pektyn niskometylowanych na jakość nektarów truskawkowych. Jakość i prozdrowotne cechy żywności. Wyd. UP we Wrocławiu. Wrocław 2010, ss. 17-26.
- [14] Mitek M., Gasik A.: Polifenole w żywności Wpływ na cechy organoleptyczne żywności. *Przem. Spoż.*, 2009, **5**, 34-39.
- [15] Moyer R.A., Hummer K.M., Finn C.E., Frei B., Wrolstad R.E.: Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 519-525.
- [16] Ovaskainen M-L., Törrönen R., Koponen J.M., Sinkko H., Hellström J., Reinivuo H., Mattila P.: Dietary intake and major food sources of polyphenols in Finnish. *J. Nutr.*, 2008, **138** (3), 562-566.
- [17] Piątkowska E., Kopeć A., Leszczyńska T.: Antocyjany- charakterystyka, występowanie i oddziaływanie na organizm człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **4** (77), 24-35.
- [18] PN-90/A-75101/02 Az1:2002. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego.
- [19] Starr M.S., Francis F.J.: Oxygen and ascorbic acid effect on the relative stability of four anthocyanin pigments in cranberry juice. *Food Technol.*, 1968, **22**, 1293-1295.
- [20] Ștefănuț M.N., Căta A., Pop R., Moșoarcă C., Zamfir A.D.: Anthocyanins HPLC-DAD MS characterization. Total phenolics and antioxidant activity of some berries extracts. *Analytical Letters*, 2011, **44** (18), 2843-2855.
- [21] Szajdek A., Dąbkowska E., Borowska E.J.: Wpływ obróbki enzymatycznej miazgi owoców jagodowych na zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą soku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **4** (49), 119-126.
- [22] Ścibisz I., Kalisz S., Mitek M.: Termiczna degradacja antocyjanów owoców borówki wysokiej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **5** (72), 56-66.
- [23] Ścibisz I., Mitek M.: Aktywność przeciwutleniająca i zawartość związków fenolowych w dżemach otrzymywanych z owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) oraz ich zmiany podczas przechowywania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2** (43) Supl., 210-221.
- [24] Ścibisz I., Mitek M.: Wpływ procesu mrożenia i zamrażalniczego przechowywania owoców borówki wysokiej na zawartość antocyjanów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **5** (54), 231-238.
- [25] Ścibisz I.: Technologia przetworów słodzonych. W: Wybrane zagadnienia z technologii żywności Red. M. Mitek i M. Słowiński. Wyd. SGGW, Warszawa 2006, ss. 22-23.
- [26] Wang B.C., He R., Li Z.M.: The stability and antioxidant activity of anthocyanins from blueberry. *Food Technol. Biotechnol.*, 2010, **48** (1), 42-49.
- [27] Wang H., Cao G., Prior R.L.: Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 701-705.
- [28] Waterhouse A.L.: Determination of total phenolics. *Curr. Protocols Food Anal. Chem.*, 2002, S. 6, I 1.1.1-I 1.1.8.
- [29] Wilska-Jeszka J.: Barwniki. W: Chemia żywności Składniki żywności tom 1. Red. Z.E. Sikorski. Wyd. V, WNT, Warszawa 2007, ss. 155-163.

ASSESSING CONTENT OF SELECTED BIOACTIVE COMPOUNDS IN BILBERRY PRESERVES**S u m m a r y**

The objective of the research study was to determine the effect of the method for making bilberry preserves on the content of selected antioxidant compounds. The research material consisted of the products derived from bilberry fruits harvested in the forests in the Kuyavia and Pomerania Provinces. The preserves were made from fresh and frozen fruits according to the home cooking recipes. The following was analyzed: frozen fruits, low-sugar jam, syrup made "with heat", syrup made "without heat" and two variants of bilberry soups. In the preserves, the following parameters were determined: total soluble solids, pH, total polyphenols, and anthocyanins. Of all the products analyzed, the thermally untreated syrup, i.e. the syrup made "without heat", was characterized by the highest level of polyphenols and anthocyanins: 1.859 mg GAE/100 g and 549 mg/100 g, respectively. The addition of lemon juice to soup before cooking reduced the degradation of anthocyanins and their content (414 mg/100g) did not significantly differ ($p \leq 0.05$) compared to the amount thereof in the soup made with frozen fruits (444 mg/100 g). As the time of thermal treatment was extended, the degradation of the compounds increased even to 80 % of the initial content of anthocyanins.

Key words: bilberry, preserves, polyphenols, anthocyanins 