

Wykorzystanie wyłoków aroniowych do produkcji mikronizowanych preparatów błonnikowo-antocyjanowych

Utilization of black chokeberry pomace for the production of micronized fiber-anthocyanin preparations

dr hab. Monika Mieszczakowska-Frąć, prof. IO, mgr Jan Piecko, dr Wioletta Popińska, dr Justyna Szwejd-Grzybowska, dr Niall Dickinson

Pracownia Przetwórstwa i Oceny Jakości Owoców i Warzyw, Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy, Skierniewice

monika.mieszczakowska@inhort.pl

Słowa kluczowe: wyłoki aroniowe, owoce jagodowe, antocyjany, błonnik, składniki mineralne

Keywords: aronia pomace, berry fruits, anthocyanins, dietary fibre, minerals

At the National Institute of Horticulture Research Institute, as part of Target Task 9.2 „Support for Processing in the Comprehensive Management of Berries”, financed by the Ministry of Agriculture and Rural Development, research was undertaken aimed at, among other things, developing a method for obtaining fiber-anthocyanin preparations from chokeberry pomace using drying process with particular attention to maintaining the highest possible content of thermolabile bioactive components. Poland is one of the largest producers of berries, as well as a major producer of concentrated juices made from “soft” fruits – cherries and berries. Consequently, we also produce significant quantities of pomace, which, in the case of berries, is a valuable source of anthocyanins and fiber, making it particularly noteworthy in the context of its management.

W Instytucie Ogrodnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym w ramach zadania celowego 9.2 „Wsparcie przetwórstwa w kompleksowym zagospodarowaniu owoców jagodowych”, finansowanego ze środków MRiRW, podjęto badania mające na celu między innymi opracowanie metody pozyskiwania preparatów błonnikowo-antocyjanowych z wyłoków z aronii z wykorzystaniem procesu suszenia ze szczególną dbałością o zachowanie jak najwyższej zawartości termolabilnych składników bioaktywnych. Polska jest jednym z największych producentów owoców jagodowych, jak również głównym producentem zagęszczonych soków produkowanych z owoców „miękkich” – wiśni i owoców jagodowych. Konsekwencją tego jest wytwarzanie znaczących ilości wyłoków, które w przypadku owoców jagodowych są cennym źródłem antocyjanów i błonnika, przez co są szczególnie godne uwagi w kontekście ich zagospodarowania.

Aronia i jej potencjał przetwórczy

Regularne spożycie owoców i warzyw (co najmniej 5 razy dziennie, w tym jedna porcja soku owocowego) ma potwierdzony korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Obserwowane efekty fizjologiczne i biologiczne diety bogatej w owoce i warzywa wynikają między innymi ze zwiększonego poboru związków bioaktywnych, takich jak antocyjany, procyanidyny oraz inne związki fenolowe, składniki mineralne i witaminy [1-3]. Spośród owoców dostępnych w krajowej produkcji towarowej, do jednych z najcenniejszych z żywieniowego punktu widzenia należy zaliczyć owoce aronii, obfitujące w związki fenolowe [4]. Jednak paradoksalnie aronia, ze względu na bardzo wysoką zawartość związków fenolowych, co właśnie jest jej największą zaletą, w stanie surowym uchodzi za niejadalną. Dlatego też owoce aronii przetwarzane są między innymi na soki i nektary, które to produkty po doprowadzeniu ich profilu smakowego do akceptowalnej formy, mogą być dobrym źródłem składników bioaktywnych charakterystycznych dla tego gatunku. Owoce jagodowe, mimo że są owocami miękkimi, to jednak nie należą do tych, z których w łatwy sposób można wyłoczyć sok – spowodowane jest to obecnością związków pektynowych oraz dużym udziałem zwartej, skórzastej skóry. Dlatego też owoce te przed tłocze-

niem muszą być poddane wstępnej obróbce – rozparzaniu, traktowaniu enzymami – co wymusza kompromis między otrzymaną wydajnością tłoczenia soku a stratami cennych składników, które nie przechodzą do produktu końcowego. W procesie produkcji soków owocowych znaczna część składników bioaktywnych, w tym wspomniane antocyjany, pozostają w wyłokach, które w produkcji soków stanowią odpad poprodukcyjny. W przypadku klasycznego sposobu pozyskiwania soku z owoców jagodowych z wykorzystaniem prasy taśmowej, ilość wyłoków może stanowić odpad rzędu 20–30%. Wartość ta może być nawet wyższa jeśli producent, w trosce o zawartość antocyjanów, stosuje tłoczenie w niskiej temperaturze. W świetle gospodarki o obiegu zamkniętym, wyłoki aroniowe stały się bardzo cennym surowcem do dalszego wykorzystania jako źródło antocyjanów i błonnika pokarmowego. Ponadto dotychczasowe doniesienia literaturowe [5–8] wskazują, że ekstrakty z owoców jagodowych wykazują silne działanie przeciwnowotworowe, wzmacniają zainteresowanie środowiska przetwórczego do waloryzacji wyłoków.

Pozyskanie i charakterystyka wyłoków aroniowych

Prowadzone badania nad opracowaniem metody pozyskiwania preparatów antocyjanowo-błonnikowych były poprzedzone wyprodukowaniem wyłoków w procesie tłoczenia soku mętnego. Owoce aronii podgrzano do temperatury 50 °C i rozdrobniono na młynie Fryma wyposażonym w sito o rozmiarze oczek 0,6 cm. Rozdrobniony surowiec aronii tłoczono na prasie przekładkowej Voran przez 10 minut stosując pulsacyjny nacisk do 300 barów. W doświadczeniu wykonano dwa powtórzenia technologiczne tłoczenia soków aroniowych z 50 kg tran-szy owoców. Średni udział wytworzonych wyłoków wynosił 19%.

W tab. 1 przedstawiono porównanie składu chemicznego surowca owoców aronii i pozyskanych wyłoków aroniowych.

Analiza chemiczna surowca i wyłoków potwierdziła, że surowiec aronii jest zasobny w związki fenolowe, a antocyjany w owocach aronii stanowią 36% wszystkich związków fenolowych. Należy także podkreślić, że owoce aronii zawierają błonnik na poziomie 5,47%, a wyłoki w swojej świeżej masie zawierają aż 27,7% błonnika ogółem. Natomiast składniki cukrowe (glukoza, fruktoza, sorbitol) podczas tłoczenia w większym stopniu przechodzą do frakcji soku i nie zachodzi ich koncentracja w wyłokach, jak w przypadku błonnika. Przeprowadzona kalkulacja bilansu antocyjanów w trakcie tłoczenia mętnych soków pomiędzy surowcem, sokiem i wyłokami wskazuje na duże zachowanie tych składników w produkcie odpadowym (wyłoki) na poziomie 44,2%. Dodatkowo wyłoki aroniowe zawierają makroskładniki (wapń, potas, magnez, fosfor i sód), co zwiększa wartość odżywczą tego produktu. W wielu przypadkach dochodzi do załączenia składników mineralnych w wyłokach w porównaniu do surowca, w szczególności widoczne jest to w przypadku wapnia (Ca).

Tab. 1. Charakterystyka chemiczna surowca i wytlóków z aronii

Parametr	Jednostka	PRODUKT	
		SUROWIEC	WYTŁOKI
Sucha substancja	%	21,3	46,1
Antocyjany	mg/100g	466	1100
Związki fenolowe	mg/100g	1295	2759
Glukoza	g/100g	2,88	2,08
Fruktoza	g/100g	2,97	2,08
Sorbitol	g/100g	5,40	3,62
Suma cukrów	g/100g	11,2	7,63
Błonnik	g/100g	5,47	27,7
Wapń (Ca)	mg/100g	30,4	94,9
Potas (K)	mg/100g	299	296
Magnez (Mg)	mg/100g	17,1	35,5
Fosfor (P)	mg/100g	34,9	84,7
BILANS ANTOCYJANÓW – POZOSTAŁOŚĆ W WYTŁOKACH		44,2%	

Otrzymane wyniki potwierdzają duży potencjał wytlóków jagodowych jako surowca do dalszego przetwarzania do pozyskiwania ekstraktów wysokoantocyjanowych i błonnikowych.

Metody otrzymania preparatów błonnikowo-antocyjanowych

Wytłoki będąc produktem o średniej zawartości wilgoci są bardzo nietrwałe i bardzo szybko ulegają fermentacji, co wymusza opracowanie skutecznej i łatwo dostępnej metody ich utrwalenia, w celu ich dalszego wykorzystania. Proces suszenia, obniżający aktywność wody poniżej $a_w = 0,6$, jest jedną z możliwości szybkiego zapewnienia trwałości mikrobiologicznej produktu.

W prowadzonych badaniach zastosowano suszenie konwekcyjne. Wytłoki z aronii rozłożono na sitach suszarniczych i suszono w dwóch temperaturach: 60 °C i 80 °C do momentu braku zmiany masy suszonego materiału. Stosowano przepływ powietrza 3,5 m/s oraz rekupe-rację powietrza suszącego na poziomie 50%. Suszenie przez 2 godziny w temperaturze 80 °C umożliwiło uzyskanie suszu o aktywności wody (a_w) poniżej 0,05, a w temperaturze 60 °C przez 4-5 godzin a_w wynosiło 0,09. Tak niska aktywność wody w wysuszonych wytlókach zapewnia stabilność mikrobiologiczną produktu podczas przechowywania. Analiza zawartości antocyjanów ogółem (2013–2079 mg/100g) wykazała, że temperatura i czas suszenia nie powodowały znacznych różnic w zawartości barwników w wysuszonych wytlókach.

Tab. 2. Charakterystyka chemiczna i odżywcza zmikronizowanego preparatu z aronii

Parametr	Jednostka	Wartość	Parametr	Jednostka	Wartość
Sucha sub-stancja	%	97,6	Wapń (Ca)	mg/100g	193
Kwas jabłkowy	mg/100g	936	Potas (K)	mg/100g	604
Kwas cytry-nowy	mg/100g	79,9	Magnez (Mg)	mg/100g	68,7
Glukoza	g/100g	4,11	Fosfor (P)	mg/100g	175
Fruktoza	g/100g	4,44	Sód (Na)	mg/100g	1,52
Sorbitol	g/100g	7,67	Bor (B)	mg/100g	1,58
Suma cukrów	g/100g	16,2	Miedź (Cu)	mg/100g	1,10
Błonnik TDF	g/100g	60,0	Żelazo (Fe)	mg/100g	4,46
Błonnik IDF	g/100g	51,0	Mangan (Mn)	mg/100g	3,23
Błonnik SDF	g/100g	9,0	Cynk (Zn)	mg/100g	0,86

Objaśnienia: TDF – błonnik całkowity, IDF – błonnik nierozpuszczalny, SDF – błonnik rozpuszczalny

W celu uzyskania wygodnej do aplikacji formy preparatu w następnym kroku przeprowadzono mikronizację wysuszonych wytlóków aroniowych. W tym celu zastosowano mikronizator bijakowy SR300, wyposażony w sito o średnicy otworów 0,5 mm, w ten sposób otrzymano preparat wysokobłonnikowy w postaci drobnego proszku (fot.). Rozkład wielkości cząstek otrzymanych z mikronizowanych preparatów został zbadany wykorzystując laserowy analizator wielkości cząstek stałych (Betttersizer S3). Preparaty otrzymane z wytlóków suszonych w temperaturze 60 °C cechują się większym udziałem mniejszych cząstek (89–90% cząstek poniżej 5 μm) niż preparaty otrzymane z wytlóków suszonych w temperaturze 80 °C (82–89% cząstek poniżej 10 μm).



Fot. Suszone wytloki z aronii, A – w temperaturze 60 °C, B – w temperaturze 80 °C

Jakość prozdrowotna i odżywcza zmikronizowanego preparatu antocyjanowo-błonnikowego z wytlóków aroniowych

Charakterystyka składu chemicznego zmikronizowanego preparatu z wytlóków aronii (tab. 2) potwierdziła, że preparat ten jest doskonałym źródłem błonnika (60 g/100 g), znacząca jego część przypada na frakcję nierozpuszczalną (IDF – 51 g/100 g). Frakcja ta dzięki możliwości wchłaniania wody wspomaga prawidłową perystaltykę jelit i reguluje metabolizm. Z drugiej zaś strony frakcja ta nie rozpuszcza się w wodzie, dlatego jego zastosowanie jako dodatku do płynów może być ograniczone ze względu na flokulację. Nie mniej może znaleźć zastosowanie w produktach stałych czy gęstych kremowych produktach typu jogurt, czy mus. Należy też mieć na uwadze fakt, że produkt ten zawiera znaczące ilości sorbitolu, a nie zawiera sacharozy. Produkty zawierające sorbitol zamiast sacharozy mogą stanowić wyrób dietetyczny, nadający smak słodki przy mniejszej zawartości węglowodanów [9]. Oznaczony skład mineralny (tab. 2) również wskazuje na wysokie właściwości odżywcze preparatu, zawiera on znaczące ilości (>15% RWS – referencyjnej wartości spożycia) wapnia, magnezu, fosforu oraz wysoką zawartość (>30% RWS) potasu, miedzi, żelaza i manganu.

Analiza zawartości związków fenolowych (tab. 3) świadczących o jakości prozdrowotnej wykazała, że proces wytwarzania preparatu mikronizowanego poprzez suszenie wytlóków w temperaturze 60 °C i stosowanie mikronizacji umożliwia zachowanie związków fenolowych, w tym antocyjanów na poziomie 101–108% w porównaniu z zawartością tych związków w suchej masie wytlóków aroniowych. Uzyskanie takiego odzysku związków fenolowych w mikronizowanych preparatach może wynikać również ze zwiększenia sumarycznej powierzchni cząstek produktu, co bezpośrednio wpływa na

Tab. 3. Zawartość związków fenolowych (mg/100g suchej masy) w wyciekach i zmikronizowanym preparacie z aronii oznaczonych wysokosprawną chromatografią cieczową.

Parametr	WYTŁOKI	SUSZONY PREPARAT	Zachowanie w porównaniu z materiałem wyjściowym
Kwasy fenolowe			
Kwas chlorogenowy	145	147	101%
Pochodna kwasu chlorogenowego	105	108	102%
Flawonole			
Rutozyd kwercetyny	48,3	50,1	104%
Antocyjany			
Galaktozyd cyjanidyny	1555	1675	108%
Glukozyd cyjanidyny	63,9	66,5	104%
Arabinozyd cyjanidyny	850	917	108%
Ksylozyd cyjanidyny	107	111	104%
Suma antocyjanów	2576	2770	107%
Suma fenoli	2875	3075	107%

zwiększenie wydajności ekstrakcji związków do fazy cieplej stosowanej w metodyce analitycznej.

Podsumowanie

Proces suszenia owoców często powoduje istotne straty związków bioaktywnych, które są wrażliwe na oddziaływanie wysokich temperatur, dlatego otrzymane wyniki wskazują na bardzo wysoki potencjał wycieków z owoców aronii do produkcji preparatów wysokoantocyjanowych, jednocześnie umożliwiając kompleksowe zagospodarowanie tego surowca w przemyśle przetwórczym. Preparaty te mogą być interesujące zarówno do wykorzystania w produktach spożywczych, farmaceutycznych czy kosmetycznych.

Literatura

[1] Tsuda T. 2012. "Dietary anthocyanin-rich plants: Biochemical basis and recent progress in health benefits studies". *Mol Nutr Food Res* 56, 159–170.

[2] Kulling S.E., Rawel H.M. 2008. "Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A review on the characteristic components and potential health effects". *Planta Med* 74, 1625–1634.

[3] Smeriglio A., Barreca D., Bellocco E., Trombetta D. 2016. "Review: Chemistry, Pharmacology and Health Benefits of Anthocyanins". *Phytother Res* 30, 1265–1286.

[4] Tolić M.T., Krbančić I.P., Vujević P., Milinović B., Jurčević I.L., Vahčić N. 2017. "Effects of weather conditions on phenolic content and antioxidant capacity in juice of chokeberries (*Aronia melanocarpa* L.)". *Pol J Food Nutr Sci* 67, 67–74.

[5] Seeram N.P., Adams L.S., Zhang Y., Lee R., Sand D., Scheuller H.S., Heber D. 2006. "Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro". *J Agric Food Chem* 56, 670–675.

[6] Zhang Y., Seeram N.P., Lee R., Feng L., Heber D. 2008. "Isolation and identification of strawberry phenolics with antioxidant and human cancer cell antiproliferative properties". *J Agric Food Chem* 56, 3016–3023.

[7] McDougall G.J., Ross H.A., Ikeji M., Stewart D. 2008. "Berry extracts exert different antiproliferative effects against cervical and colon cancer cells grown in vitro". *J Agric Food Chem* 56, 3016–3023.

[8] Stoner G.D., Wang L.S., Seguin C., Rocha C., Stoner K., Chiu S., Kinghorn A.D. 2010. "Multiple berry types prevent N-nitrosomethylbenzylamine-induced esophageal cancer in rats". *Pharm Res* 27, 1138–1145.

[9] Godswill A.C., Kate E.C. 2019. "Current developments in sugar alcohols: chemistry, nutrition, and health concerns of sorbitol, xylitol, glycerol, arabitol, inositol, maltitol, and lactitol". *Int. J Adv Academic Res.* 5, 11, 1-33.

