

Świdośliwa – mało znany gatunek owoców

– wstępna ocena przydatności dla przetwórstwa

Saskatoon Berry – a little known Species of Fruit, Preliminary Study on Processing Usefulness

dr hab. Dorota Konopacka, mgr Jan Piecko, dr Moniak Mieszczakowska-Frać, dr hab. Jarosław Markowski, dr Krzysztof Rutkowski, dr Dorota Kruczyńska*, mgr Maria Buczek**

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Owoców i Warzyw, *Zakład Zasobów Genowych Roślin Ogrodniczych, Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice, **Sadowniczy Zakład Doświadczalny Instytutu Ogrodnictwa Brzezna Sp z. o.o.

Słowa kluczowe: Świdośliwa, antocyjany, utrwalanie, przecieiry, suszenie mikrofalowo-podciśnieniowe

Keywords: Saskatoon berry, anthocyanins, preservation, puree, vacuum-microwave drying

*In recent years, the interest in Saskatoon berry (*Amelanchier*) fruit production in Poland has increased considerably. One of the challenges for this species production development is to identify some effective methods of fruit preservation, as they are highly perishable. The results of preliminary research conducted at the Research Institute of Horticulture, which aim in determination of the suitability for processing of selected varieties of the species, produced in the climatic conditions of southern Poland, are presented in the paper. The scope of the study included quality characteristics of the raw material and its usefulness in the production of purees, as well as the possibility of preserving the fruit with the use of innovative drying techniques. The results confirm the possibility of using the fruits of this species for the production of preserves in terms of preserving healthy properties, which can be considered as a valuable ingredient for innovative food products.*

*W ostatnich latach w Polsce znacząco wzrosło zainteresowanie produkcją towarową owoców świdośliwy (*Amelanchier*). Jednym z wyzwań dla rozwoju produkcji tego gatunku jest opracowanie skutecznych metod utrwalania owoców, gdyż są one bardzo nietrwałe. W opracowaniu przedstawiono wyniki badań wstępnych prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa, które mają na celu określenia przydatności dla przetwórstwa owoców wybranych odmian świdośliwy, wyprodukowanych w warunkach klimatycznych Polski południowej. Zakres badań obejmował charakterystykę jakości surowca oraz ich przydatność do produkcji przecierów, a także możliwość utrwalania owoców świdośliwy z wykorzystaniem innowacyjnych technik suszenia. Uzyskane wyniki potwierdzają możliwość wykorzystywania owoców tego gatunku do wytwarzania przetworów wartościowych pod względem zachowania właściwości prozdrowotnych, które mogą być rozpatrywane jako wartościowy składnik do innowacyjnych produktów żywnościowych.*

Wstęp

Owoce świdośliwy (*Amelanchier*) uważane są w USA i Kanadzie za bardzo cenny surowiec dla przetwórstwa. Cechą szczególną owoców tego gatunku jest wysoka zawartość składników bioaktywnych oraz nietypowa dla owoców jagodowych proporcja zawartości cukrów do kwasów [8], co stanowi unikalną możliwość ich wykorzystania jako naturalnego składnika łagodzącego kwaśny smak innych przetworów z owoców i może być wykorzystane w projektowaniu nowych kategorii żywności funkcjonalnej.

Świdośliwa pochodzi z Ameryki Północnej, gdzie jest uprawiana na skalę przemysłową. W zależności od gatunku (istnieje kilka gatunków świdośliwy), świdośliwa może przybierać kształt drzewa lub krzewu [15], a owoce popularnie nazywane są jagodami, choć w rzeczywistości są owocami ziarnkowymi. Dojrzałe owoce tego gatunku charakteryzują się zwykle ciemnoniebieską barwą, choć znane są odmiany o białych owocach (np. odmiana 'Antaglow') [16]. Odmiany o ciemnych owocach, których barwa jest warunkowana obecnością antocyjanów, są bardzo dobrym źródłem tych bioaktywnych (25–79 mg/100 g s. m.), co sprawia, że pod względem zasobności w fitozwiązki gatunek ten wyprzedza niektóre inne owoce jagodowe [11]. Uważa się, że ich skład jest bardziej wartościowy nawet od borówki wysokiej. Wiodącymi antocyjanami świdośliwy są trzy związki należące do flawonoidów: cyjanidyno-3-O-galaktozyd, cyjanidyno-3-O-glukozyd i cyjanidyno-3-O-arabidozyd [3, 13]. W zależności od stopnia dojrzałości i odmiany zawartość antocyjanów może się znacząco różnić. Pomędzy fazą różowych a niebiesko-różowych owoców zawartość antocy-

janów może wzrosnąć kilkukrotnie [3, 12]. Owoce świdośliwy zawierają też więcej białka, tłuszczów i błonnika pokarmowego niż inne owoce, a także są źródłem potasu, magnezu, żelaza i fosforu oraz witamin z grupy B [5].

Doniesienia naukowe wskazują również na właściwości lecznicze świdośliwy – szczególne zainteresowanie wzbudza przeciwcukrzycowy i antynowotworowy potencjał ekstraktów z owoców i liści [16]. Liczne badania sugerują, że cyjanidyna i jej glikozydy zawarte w owocach tej rośliny są związkami biodostępnymi i pełnią funkcje antyoksydacyjną, antymutageną, antykancerogenną, antyzapalną, działają też łagodząco na układ pokarmowy [2, 6]. Podobnie jak w przypadku innych owoców (szczególnie pestkowców), owoce świdośliwy zawierają amidaliny i prunazyne – związki należące do glikozydów cyjanogennych. Najwyższą zawartość amidaliny stwierdzono u odmiany 'Smoky' (130 mg/kg świeżych owoców), jest to ilość, z której pod wpływem emulsyny powstaje 10 mg kwasu cyjanowodorowego, którego toksyczność dla człowieka wyrażona poprzez wskaźnik LD₅₀ wynosi 83 mg na kg masy ciała [14]. Wynika z tego, że dziecko o masie ciała 25 kg może spożyć 3 kg świeżych owoców (lub 600 g suszu) bez negatywnych konsekwencji dla zdrowia. Można więc przyjąć, że surowiec ten, w formie dowolnie przetworzonej, jak najbardziej może być rozpatrywany jako nowy, dotychczas mało rozpoznany w warunkach polskich gatunek, o wysokich właściwościach prozdrowotnych i przydatny do produkcji żywności funkcjonalnej [13]. Jest to istotna przyczyna, dla której owoce świdośliwy cieszą się dużym zainteresowaniem zarówno konsumentów, jak i potencjalnych producentów.

Świdośliwa może być też uprawiana w polskich warunkach klimatycznych, i co niezwykle ważne – nie wymaga szczególnych zabiegów agrotechnicznych. Można ją spotkać m.in. na dzikich stanowiskach w lasach w okolicach Nieborowa (Polska Centralna). Z roku na rok popularność świdośliwy rośnie, zarówno w uprawach amatorskich, jak i na poletkach doświadczalnych jednostek naukowych. Nie brakuje też plantatorów zainteresowanych zakładaniem upraw towarowych. Do najbardziej popularnych gatunków świdośliwy zalicza się świdośliwę olcholistną (*A. alnifolia*), kanadyjską (*A. canadensis*) oraz jajowatą (*A. ovalis*). Wszystkie te gatunki są znane w Polsce [5]. Mając na względzie zarówno potencjał prozdrowotny owoców, jak i łatwość ich produkcji, świdośliwę uważa się za gatunek perspektywiczny, który wprowadzony do produkcji ogrodniczej mógłby z powodzeniem sprzyjać dywersyfikacji dostępnego asortymentu owoców jagodowych, a przez to zwiększać konkurencyjność producentów. Podstawowym wyzwaniem dla rozwoju technologii produkcji tego gatunku jest opracowanie skutecznych metod utrwalania owoców, gdyż są one bardzo nietrwałe.

W dalszej części opracowania przedstawiono wyniki badań wstępnych prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa, mających na celu określenia przydatności dla przetwórstwa owoców wybranych odmian świdośliwy, wyprodukowanych w polskich warunkach klimatycznych. Zakres badań obejmował charakterystykę jakości surowca oraz ich przydatność do produkcji przecierów, a także możliwość utrwalania owoców świdośliwy z wykorzystaniem innowacyjnych technik suszenia.

Metodyka

Materiał badawczy stanowiły owoce świdośliwy 'Prince William' (należące do gatunku *Amelachiercanadensis*) i 'Smoky' (należące do gatunku *Amelachieralnifolia*), rosnące na plantacji SZD w Brzeznej (woj. małopolskie). Owoce zbierano w stanie



Fot. 1. Wygląd owoców świdosiłwy na krzewie i po rozmrożeniu przed procesem technologicznym

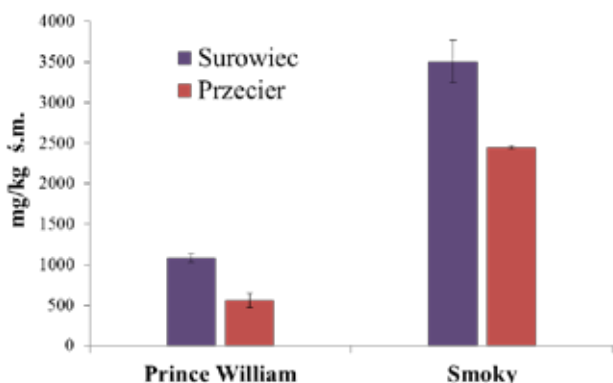
dojrzałości zbiorczej i po umyciu i osuszeniu zamrażano, a następnie transportowano do Skierniewic. Do czasu przerobu owoce przechowywano w temp. -25°C . Ze względu na dostępność surowca przeprowadzono produkcję przecieru obu badanych odmian, zaś próbom suszenia poddano tylko odmianę 'Prince William'. Wygląd owoców na krzewach i bezpośrednio przed produkcją przedstawiono na fot. 1.

Analizom jakościowym poddano surowiec ze stanu zamrożonego, zaś przecier bezpośrednio po produkcji. Jakość suszu analizowano po wyrównaniu wilgotności w całej objętości próbki. W celu scharakteryzowania surowca i uzyskanych produktów oznaczano: zawartość ekstraktu – refraktometrycznie ($^{\circ}\text{Brix}$, Atago PR 30); kwasowość miareczkową – w przeliczeniu na kwas cytrynowy przy pH 8,1; lepkość przecierów – za pomocą wiskozymetru Brookfield DV-II+, gęstość metodą wypornościową z toluenem, aktywność wody z wykorzystaniem miernika RotronicB&L (HC2-AW-USB). Ponadto wykonano analizę składu ilościowego i jakościowego wybranych grup składników surowców i produktów (kwasy organiczne, cukry oraz antocyjany) metodą HPLC (Agilent, HP, 1100).

Charakterystyka owoców świdosiłwy pozyskanych z uprawy w polskich warunkach klimatycznych

Analiza składu chemicznego owoców świdosiłwy wykazała silne różnicowanie pomiędzy analizowanymi odmianami (tab. 1). Owoce 'Smoky' zawierały znacznie więcej ekstraktu oraz suchej substancji niż owoce odmiany 'Prince William'. Charakteryzowały się też istotnie wyższą kwasowością. Stosunek ekstraktu do kwasowości okazał się istotnie różny u obu odmian: w przypadku odmiany 'Prince William' wynosił >56 , a w przypadku 'Smoky' <35 . Stosunek glukozy do fruktozy w odmianie 'Prince William' wyniósł 1, zaś w przypadku odmiany 'Smoky' 0,95. W owocach obu odmian stwierdzono występowanie sorbitolu w ilości 8,8 do 10 g/kg owoców.

Odmiany znacząco różniły się też pod względem zawartości antocyjanów (rys. 1). Całkowita zawartość barwników antocyjanowych w owocach wynosiła 1087 mg/kg w odmianie 'Prince William' i 3509 mg/kg w odmianie 'Smoky'. U obu odmian



Rys. 1. Sumaryczna zawartość barwników antocyjanowych w owocach i przecierach z badanych odmian świdosiłwy

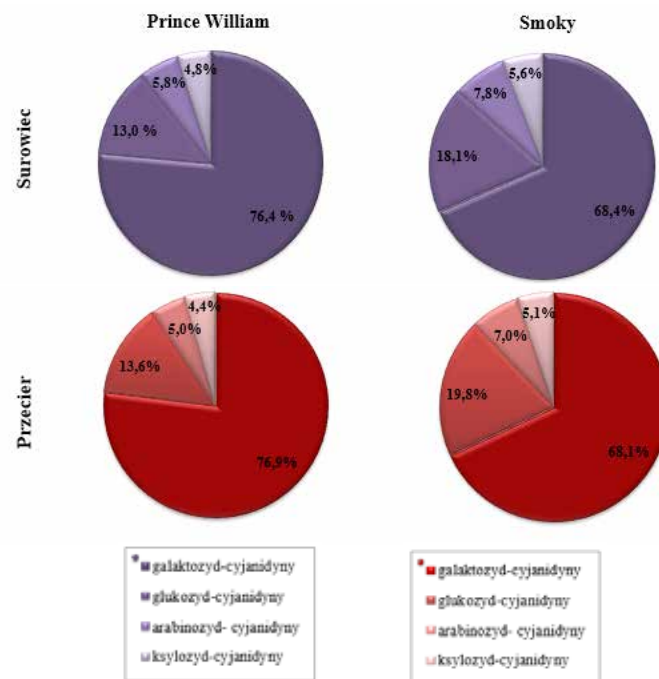
Tabela 1. Charakterystyka składu chemicznego owoców mrożonych i przecieru dwóch odmian świdosiłwy

Cecha	'Prince William'		'Smoky'	
	owoce	przecier	owoce	przecier
Ekstrakt [$^{\circ}\text{Brix}$]	16,7 \pm 0,11	18,1 \pm 0,31	21,7 \pm 0,04	23,4 \pm 0,24
Sucha substancja [%]	22,3 \pm 0,56	19,9 \pm 0,37	28,5 \pm 0,24	27,1 \pm 0,43
Lepkość [cP]		2 220		66 900
Kwasowość [% kw. cytryn.]	0,29 \pm 0,00	0,32 \pm 0,01	0,63 \pm 0,02	0,70 \pm 0,01
Kwas cytrynowy [g/kg]	< 0,001	0,068	< 0,001	< 0,001
Kwas jabłkowy [g/kg]	1,87 \pm 0,05	2,74 \pm 0,06	3,90 \pm 0,18	4,77 \pm 0,03
Kwas askorbinowy [mg/100 g]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sacharoza [g/kg]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Glukoza [g/kg]	55,5 \pm 1,1	62,3 \pm 2,0	71,6 \pm 1,8	79,7 \pm 1,5
Fruktoza [g/kg]	55,5 \pm 1,8	60,7 \pm 1,2	75,7 \pm 1,4	86,5 \pm 1,3
Sorbitol [g/kg]	8,9 \pm 0,2	8,8 \pm 0,4	8,8 \pm 0,2	10,0 \pm 0,3
Cukry ogółem [g/kg]	120,0 \pm 2,9	131,8 \pm 3,3	156,1 \pm 2,5	176,2 \pm 3,0
Stosunek glukoza: fruktoza	1,00 \pm 0,02	1,03 \pm 0,02	0,95 \pm 0,03	0,92 \pm 0,01
Ekstrakt/kwasowość	56,4	57,4	34,5	33,4



Fot. 2. Przecierzy uzyskane z badanych odmian

określono też skład jakościowy antocyjanów, stanowiących wg literatury [3] około 63% wszystkich przeciwutleniaczy. W badanych odmianach oznaczono cztery związki antocyjanowe: galaktozyd, glukozyd, arabinozyd oraz ksylidozyl cyjanidyny. Udział ilościowy poszczególnych związków w profilu antocyjan w obu odmianach przedstawiono na rys. 2. W obu odmianach największy udział w składzie antocyjanów miał galaktozyd cyjanidyny, który wynosił 68–78% zawartości antocyjanów ogółem.



Rys. 2. Wpływ procesu technologicznego na profil HPLC barwników antocyjanowych w przecierze z owoców świdosiłwy

Produkcja przecierów

Technologia produkcji przecierów

Bezpośrednio przed produkcją przecierów owoce rozmrażano w temperaturze pokojowej a następnie rozparzano w kociołkach parowych z płaszczem wodnym (ZE.6, Lozamet, Łódź, Polska) w temp. 80°C w ciągu 50 min i przecierano na przecieracze łapowej (FMS, Pleszew, Polska) na sitach o średnicy oczek 1 mm. Uzyskany przecier zamykano w szklanych stoikach o pojemności 200 g, następnie pasteryzowano metodą zanurzeniową (temp. 90°C, 10 min w centrum geometrycznym opakowania). Każdą z odmian przetwarzano w dwóch powtórzeniach technologicznych.

Jakość przecierów ze świdosiłwy

Zgodnie z oczekiwaniami charakterystyka surowca znalazła odzwierciedlenie w składzie uzyskanego z poszczególnych odmian przecieru (tab. 1). W trakcie procesu przecierania istotnie zmniejszyła się zawartość suchej substancji w masie owocowej w porównaniu z surowcem, co było wynikiem oddzielenia części stałych. Ponadto w wyniku podgrzewania rozparzanej masy zaobserwowano niewielkie zagęszczenie składników ekstraktu (cukrów i kwasów organicznych). Wysoki stosunek ekstraktu do kwasowości przecieru ze świdosiłwy pozytywnie wpływał na wrażenia smakowe. Uzyskany produkt charakteryzował się też przyjemną gładkością (szczególnie dla odmiany 'Prince William'), wskazując na przydatność tego półproduktu do mieszania z innymi surowcami. Z kolei przecier z odmiany 'Smoky' charakteryzował się bardzo wysoką lepkością (tab. 1), wyraźnie dostrzegalną w konsystencji produktu (fot. 2).

Procesy technologiczne zastosowane podczas produkcji przecierów z owoców świdosiłwy spowodowały straty antocyjanów na poziomie 30 i 48% odpowiednio dla odmiany 'Smoky' i 'Prince William' (rys. 1 i rys. 2), zachowując przy tym procentowy udział poszczególnych antocyjanów zgodnie z profilem jaki jest w surowcu, z którego wyprodukowano przecieri (rys. 2). Zawartość sumy antocyjanów w przecierach z owoców odmiany 'Prince William' wynosiła 561 mg/kg, a z odmiany 'Smoky' 2448 mg/kg.

Produkcja suszu

Wybór techniki suszenia

Stosowane w praktyce tradycyjne metody suszenia produktów ogrodniczych są długotrwałe i prowadzą do znacznego obniżenia wartości żywieniowej, co w przypadku surowców bogatych w składniki bioaktywne, do jakich należy zaliczyć owoce świdosiłwy, będzie prowadzić do utraty ich właściwości funkcjonalnych. W odniesieniu do takich surowców źródła literaturowe zalecają stosowanie nowoczesnych technik suszenia pozwalających na skrócenie czasu suszenia lub obniżenie temperatury procesu, co powinno sprzyjać lepszemu zachowaniu składników bioaktywnych [9]. W pracy podjęto próbę utrwalenia owoców świdosiłwy z wykorzystaniem innowacyjnej metody suszenia mikrofalowo-podciśnieniowego w celu określenia jej przydatności do otrzymywania suszu stabilnego mikrobiologicznie, o dużej wartości odżywczej. Aktualnie metoda ta jest uznawana za jedną z najbardziej perspektywicznych do utrwalania owoców i warzyw, o czym świadczą liczne publikacje naukowe potwierdzające przydatność metody do suszenia wielu gatunków, w tym owoców świdosiłwy [7, 10]. Metoda ta polega na odparowaniu wilgoci z suszonego materiału z wykorzystaniem energii mikrofalowej w warunkach obniżonego ciśnienia (10–100 hPa) [9]. Pod względem energetycznym za korzystne uważa się stosowanie tej metody do materiału wstępnie podsuszonego konwekcyjnie (do zawartości wody ok. 30%). Sposób ten znany jest też w literaturze pod nazwą 'puffing' [10], i uważa się, że pozwala na lepsze zachowanie składników bioaktywnych w produkcie końcowym niż w przypadku suszenia wyłącznie konwekcyjnego [4].

Sposób suszenia – przyjęta metodyka prób technologicznych

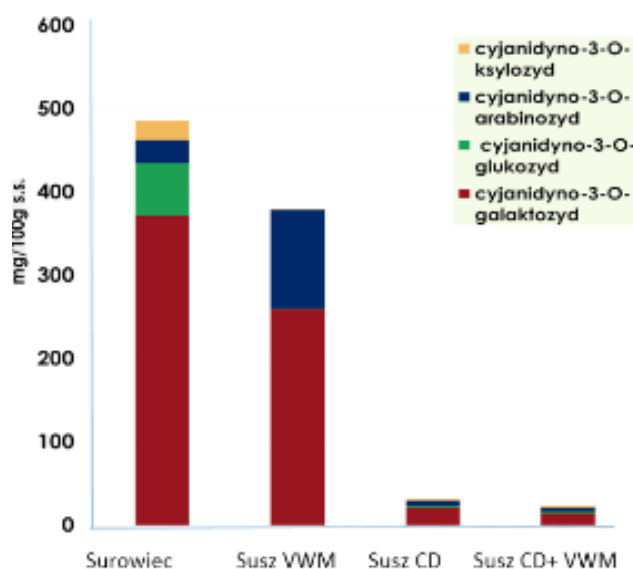
Owoce świdosiłwy poddawano procesowi suszenia bez wstępnego ich rozmrażania. Na podstawie danych literaturowych [1, 7, 10] oraz własnych doświadczeń opracowano dwa warianty technologii procesu suszenia owoców z wykorzystaniem metody mikrofalowo-podciśnieniowej:

1. Sposób łączony ze wstępnym, konwekcyjnym podsuszeniem owoców (CD-VMW): CD (t=9 h, T=60 °C, v=3,5 m/s) + MW (t=15 min, P=370 W, p=28 hPa)
2. Bez podsuszania, bezpośrednio ze stanu zamrożonego (VMW): VMW (t=35 min, P=335 W, p=28 hPa).

Czas podsuszania konwekcyjnego wyznaczono tak, aby uzyskać materiał o wilgotności ok. 30%, rekomendowany jako optymalny z punktu widzenia efektywności pracy suszarki mikrofalowo-próżniowej. Jako metodę referencyjną zastosowano tradycyjne suszenie konwekcyjne (CD): CD (t=12h, T=60 °C, v=3,5 m/s).

Jakość uzyskanego suszu

Wygląd surowca przed suszeniem oraz uzyskanych produktów przedstawiono na fot. 3, zaś charakterystykę cech jakościowych suszu ze świdosiłwy w tabeli 2. Materiał suszony konwekcyjnie przez 12 godz. (CD) zawierał wciąż znaczne ilości wody (27,6%), co odpowiada aktywności wody 0,81. Tak wysoka aktywność wody nie gwarantuje stabilności mikrobiologicznej suszu, i w przypadku potencjalnych zastosowań praktycznych czas suszenia musiałby jeszcze zostać przedłużony. Pomimo niedostatecznego stopnia dosuszenia, owoce uległy silnemu skurczowi suszarniczemu, a ich gęstość wyniosła 0,99 g/cm³, co jest wartością ponad dwukrotnie wyższą niż w przypadku zastosowania suszenia mikrofalowo-podciśnieniowego. Również retencja glikozydów cyjanidyny, pomimo niedosuszenia w tym materiale, wynosiła zaledwie 7% (rys. 3). Uzyskane wyniki potwierdzają słabą przydatność metody suszenia konwekcyjnego dla owoców świdosiłwy, na co wskazywały dane literaturowe [4]. Próba zastosowania metody łączonej suszenia, gdzie częściowo wysuszone owoce świdosiłwy poddano dosuszaniu mikrofalowo-próż-



Rys. 3. Wpływ wybranych sposobów suszenia na zachowanie składu jakościowego antocyjanów w suszu ze świdosiłwy odmiany 'Prince William': (VMW) susz mikrofalowo-podciśnieniowy bez podsuszania, (CD) – susz konwekcyjny, (CD+VMW) – susz uzyskiwany metodą kombinowaną ze wstępnym podsuszeniem

niowemu (CD-VMW) pozwoliła na uzyskanie suszu o zawartości suchej substancji 97,9%, co odpowiada aktywności wody 0,27. Susz ten charakteryzował się bardzo niską gęstością, ponad 2,5-krotnie niższą od suszu konwekcyjnego. Niestety, zachowanie atrakcyjnej porowatej struktury suszu nie szło w parze z utrzymaniem innych założonych parametrów jakościowych. Pod względem zachowania składników bioaktywnych metoda łączona suszenia nie poprawiła jakości produktu końcowego. Podobnie jak w przypadku suszu konwekcyjnego w produkcie stwierdzono ponad 90% rozpad pochodnych cyjanidyny (tab. 2). W przypadku wyeliminowania etapu podsuszania, susz uzyskany wyłącznie z wykorzystaniem metody mikrofalowo-próżniowej charakteryzował się zadowalającą stabilnością mikrobiologiczną ($a_w = 0,54$) co odpowiada zawartości wody na poziomie 12,7%. Gęstość wysuszonych owoców była stosunkowo niska i wynosiła 0,47g/cm³ i była to wartość o 38% wyższa niż w przypadku metody łączonej, lecz dwukrotnie niższa niż

Tabela 2. Charakterystyka suszu ze świdosiłwy ('Prince William') uzyskanego metodą konwekcyjną (CD), mikrofalowo-podciśnieniową (VMW) i kombinowaną (CD+VMW)

Wariant suszenia	CD (kontrola)	VMW	CD+VMW
Zawartość wody [g/100 g]	27,6 ± 1,47	12,5 ± 1,10	2,1 ± 0,24
Aktywność wody [1]	0,81 ± 0,01	0,54 ± 0,00	0,7 ± 0,01
Gęstość suszu [g/cm ³]	0,99 ± 0,02	0,47 ± 0,01	0,34 ± 0,02
Antocyjany ogółem [mg/100 g]	22,7 ± 0,01	332 ± 9,89	22,5 ± 0,96

w przypadku suszenia konwekcyjnego. Z punktu widzenia najważniejszego wskaźnika jakości, jakim jest zachowanie właściwości prozdrowotnych w utrwalonych owocach świdosiłwy wariant suszenia VMW okazał się zdecydowanie zadowalający. Retencją antocyjanów w próbkach VMW była istotnie wyższa niż w próbce kontrolnej oraz w wariacie łączonym. Produkt końcowy zachował aż 70% sumy glikozydów cyjanidyny obecnych w surowcu (tab. 2, rys 3), co jest wynikiem porównywalnym z retencją całkowitą antocyjanów w liofilizowanych owocach świdosiłwy [4]. Szczegóły dotyczące wpływu badanych sposobów suszenia na barwę suszu ze świdosiłwy podano w pracy autorstwa Piecko [13].

Przedstawione wyniki eksperymentu potwierdzają możliwość uzyskania stabilnego suszu z owoców świdosiłwy o wysokiej wartości prozdrowotnej. Wykonane doświadczenie ma jednak charakter badań wstępnych i zasadnym wydaje się kontynuowanie prac optymalizacyjnych, szczególnie z odmianami o wyższej wyjściowej zawartości składników bioaktywnych, jaką stwierdzono w przypadku odmiany 'Smoky' z uprawy w polskich warunkach klimatycznych.

Podsumowanie prób technologicznych przetwarzania owoców świdosiłwy

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono istotny wpływ odmiany na skład chemiczny owoców świdosiłwy. Owoce odmiany 'Smoky' (*Amelanchieralnifolia*) charakteryzują się znacznie wyższym ekstraktem, kwasowością oraz zawartością barwników antocyjanowych niż odmiana 'Prince William' (*Amelanchiercanadensis*). Pomimo różnic w zasobności w składniki odżywcze i bioaktywne analizowanych odmian, w obu przypadkach uzyskane z nich przecieri należy uznać za wartościowe źródło antyoksydantów i cenny półprodukt dla przemysłu sokowniczego, mleczarskiego i cukierniczego. Przeciery charakteryzowały się ładną intensywną barwą i łagodnym smakiem i z powodzeniem mogą być rozpatrywane jako wartościowy innowacyjny wsad do nowych produktów żywnościowych.

Próby suszenia konwekcyjnego świdosiłwy przeprowadzone z odmianą 'Prince William' potwierdziły, że techniki tradycyjne suszenia nie są w stanie zapewnić



Fot. 3. Wygląd owoców świdosiłwy odmiany 'Prince Wiliam' po rozmrożeniu przed suszeniem konwekcyjnym (surowiec) oraz po wysuszeniu metodą konwekcyjną (suszu CD), metodą mikrofalowo-podciśnieniową ze stanu zamrożonego oraz wysuszony tą samą metodą po wstępnym podsuszeniu metodą konwekcyjną (suszu CD+MW)

zadowalającego stopnia retencji składników bioaktywnych. Zastosowanie nowoczesnej techniki suszenia mikrofalowo-podciśnieniowego owoców świdosiłwy bezpośrednio ze stanu zamrożonego, z pominięciem etapu podsuszania konwekcyjnego, pozwoliło na uzyskanie 70% retencji glikozydów cyjanidyny występujących w surowcu. Susz ten charakteryzował się też dwukrotnie mniejszą gęstością niż klasyczny susz konwekcyjny, co może wskazywać, że będzie on wartościowym składnikiem w produkcji żywności funkcjonalnej.

Praca została wykonana w ramach programu wieloletniego IO (2015–2020), finansowanego przez MRiRW. Zadanie nr 1.4. „Nowe gatunki dla poszerzenia i zróżnicowania produkcji roślin ogrodnich, w tym żywności funkcjonalnej”.

Literatura

- [1] Calin-Sánchez Angel, AbdolrezaKharaghani, Krzysztof Lech, Adam Figiel, A. Angel Carbonell-Barrachina, EvangelosTzotsas. 2014. "Physical and sensory properties of chokeberry fruits dried with different methods". *WProceedings of the 19th International Drying Symposium, August 24–27, 2014*, Lyon, France. CD-ROM ISBN:978-2-7598-1631-6, 1–6. ECP Sciences.
- [2] Galvano Fabio, Luca La Fauci, GiuseppeLazzarino, VincenzoFogliano, Alberto Riteni, SalvatoreCiappellano, NinoBattisini, BarbaraTavazzi, Giacomo Galvano. 2004. "Cyanidins: metabolism and biological properties". *The Journal of Nutritional Biochemistry* 15 (1) : 2–11.
- [3] Juriková Tunde, StefanBalla, JiriSochor, MiroslavPohanka, JiriMlcek, MojmirBaron. 2013. "Flavonoid Profile of Saskatoon Berries (*Amelanchieralnifolia* Nutt.) and Their Health Promoting Effects". *Molecules*, 18 : 12571–12586.
- [4] Kwok B.H.L., C.Hu, Timothy Durance, D.D. Kitts. 2004. "Dehydration Techniques Affect Phytochemical Contents and Free Radical Scavenging Activities of Saskatoon berries (*Amelanchieralnifolia* Nutt.)". *Journal of Food Science* 69 (3) :SNQ122–126.
- [5] Lachowicz Sabina, Jan Oszmiański. 2016. „Świdosiłwa – cenny surowiec dla przetwórstwa”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 6 : 25–27.
- [6] Mazza G., T. Cottrell T. 2008. "Carotenoids and cyanogenic glucosides in Saskatoon berries (*Amelanchieralnifolia* Nutt.)". *Journal of Food Composition and Analysis* 21 (3) : 249–254.
- [7] MedaVenkatesh, M.G. Anthony Opoku. 2008. "Drying Kinetics and Quality Characteristics of Microwave-Vacuum Dried Saskatoon Berries". *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy* 42 (4) : 4–12.
- [8] Mikulic-Petkovsek Maja, ValentinaSchmitzer, AnaSlatnar, FranciStamper, Robert Veberic. 2012. "Composition of sugars, organic acids and total phenolic in 25 wild and cultivated berry species". *Journal of Food Science* 77 (10) : C1064–C1070.
- [9] Mujumdar ArunS.,Chung Lim Law. 2010. "Trends and Applications in Postharvest Processing Drying Technology". *Food and Bioprocess Technology* 3 (6) : 843–852.
- [10] Nagalakshmi Avanthika, Pranabendu Mitra, Venkatesh Meda. 2014. "Color, mechanical, and microstructural properties of vacuum assisted microwave dried Saskatoon berries". *International Journal of Food Properties* 17 (10) : 2142–2156.
- [11] Ozga Jocelyn A., Asma Saeed, Denis M. Reinecke. 2006. "Anthocyanins and nutrient components of saskatoon fruits (*Amelanchieralnifolia* Nutt.)". *Canadian Journal of Plant Science* 86 : 193–197.
- [12] OzgaJocelyn A., Asma Saeed, Wendy Wismer, Dennis M Reinecke. 2007. "Characterization of cyanidin- and quercetin- derived flavonoids and other phenolics in mature saskatoon fruits". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 (25) : 10414–10424.
- [13] Piecko Jan, Dorota Konopacka, Monika Mieszczakowska-Frąć, Dorota Kruczyńska. 2017. "The Effectiveness of Vacuum-microwave Drying Methods in the Preservation of Amelanchier Berries (*Amelanchiercanadensis*L. Medik.)". *International Journal of Food Engineering*.
- [14] Seńczuk Witold. 2006. *Modern toxicology*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- [15] Sheahan C.M. 2015. "Plant guide for Canadian serviceberry (*Amelanchiercanadensis*)". *USDA-Natural Resources Conservation Service*. Cape May, NJ: Cape May Plant Materials Center.
- [16] Zatylny Annette M., Richard G. St-Pierre. 2003. "Revised International Registry of Cultivars and Germplasm of the Genus *Amelanchier*". *Small Fruits Review* 2 (1) : 51–80.