

ANALIZA SPOSOBU UPRAWY, SKŁADU, ŻYWIENIOWYCH ORAZ PROZDROWOTNYCH WŁAŚCIWOŚCI OWOCÓW ARONII CZARNOOWOCOWEJ (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott)

Kamil Wilczyński^{1✉}, Katarzyna Olesińska², Klaudia Kałwa³, Zbigniew Kobus¹

¹Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

²Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

³Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

STRESZCZENIE

Celem pracy była analiza uprawy oraz zbioru aronii czarnoowocowej, a także składu i właściwości związków biologicznie aktywnych zawartych w owocach i ich potencjalnie prozdrowotnego wpływu na organizm człowieka. Aronia należy do roślin o małych wymaganiach glebowych, lecz wymaga wielu pracochłonnych zabiegów agrotechnicznych. Zbiór owoców z plantacji wielkoobszarowych odbywa się zazwyczaj za pomocą kombajnów samobieżnych, przy czym zbiór maszynowy wymaga odpowiedniego nasadzenia krzewów oraz prawidłowego doboru parametrów pracy kombajnu, aby ograniczyć uszkodzenia owoców i pędów krzewów. Na podstawie dostępnej literatury przeanalizowano istotne czynniki wpływające na prawidłową i optymalną uprawę oraz na zmechanizowany zbiór owoców aronii, a także przedstawiono potencjalne właściwości prozdrowotne i lecznicze tych owoców w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Wykazano, że surowiec ten jest istotny w przemyśle przetwórczym.

Słowa kluczowe: aronia czarnoowocowa, rolnictwo, aktywność przeciwutleniająca, polifenole, antocyjany, zdrowie

WSTĘP

Aronia czarnoowocowa *Aronia melanocarpa* (Michx. Ell) to krzew liściasty z rodziny różowatych *Roseaceae* i podrodziny *Maloideae*, pochodzący z Ameryki Północnej [Kokotkiewicz in. 2010].

Krzew aronii czarnoowocowej charakteryzuje się niewielkimi wymaganiami glebowymi oraz dużą odpornością na mróz, a jego wysokość może wynosić od 2 do 3 m. Kwitnie dosyć późno i długo (druga połowa maja), w wyniku czego kwiaty nie są niszczone przez wiosenne przymrozki. Krzewy aronii są sporadycznie porażane przez choroby i szkodniki,

stąd też uprawy zwykle nie wymagają stosowania chemicznych środków ochrony roślin. Dzięki temu nakłady produkcyjne są niewielkie, dodatkowo zaś można prowadzić uprawę metodami ekologicznymi, bez stosowania preparatów agrochemicznych. Świeży owoc aronii cechuje się cierpkim i gorzkim smakiem. Dojrzałe owoce są kuliste, czarne, zebrane w grona, pokryte woskowym nalotem i lekko poły-skujące.

W północnej i wschodniej części Europy aronia jest bardzo popularnym surowcem do produkcji na

✉ kamilwilczynski100@wp.pl

skalę przemysłową głównie soków, dżemów, konfitur, napojów, win, likierów i nalewek [Wawer 2006, González-Molina i in. 2008, Kokotkiewicz i in. 2010, Senderski 2015], ale także herbatek owocowych [Olesińska i in. 2017], galaretek oraz do otrzymywania ekstraktów i barwników spożywczych [Borowska i Brzóska 2016].

Według danych GUS [2017] produkcja owoców aronii w Polsce wyniosła w 2015 r. 43,4 tys. ton, zaś w 2016 r. 49,2 tys. ton. Łączne zbiory owoców z pozostałych krzewów owocowych i plantacji jagodowych prowadzonych w sadach zostały ocenione na 74,4 tys. ton, tj. o około 26% więcej w stosunku do roku 2015. W porównaniu z rokiem 2015 zanotowano znaczne zwiększenie powierzchni uprawy borówki wysokiej oraz aronii [GUS 2017]. Na podstawie dostępnych danych szacuje się, że Polska ma 90% udziału w światowych zbiorach aronii, będąc największym producentem tych owoców na świecie. Najpopularniejszymi odmianami aronii czarnoowocowej są 'Viking' (Finlandia), 'Nero' (Czechy), 'Aron' (Dania) oraz polska 'Galicjanka', szwedzka 'Hugin', rosyjska 'Rubina' i węgierska 'Fertödi' [Jurikova i in. 2017].

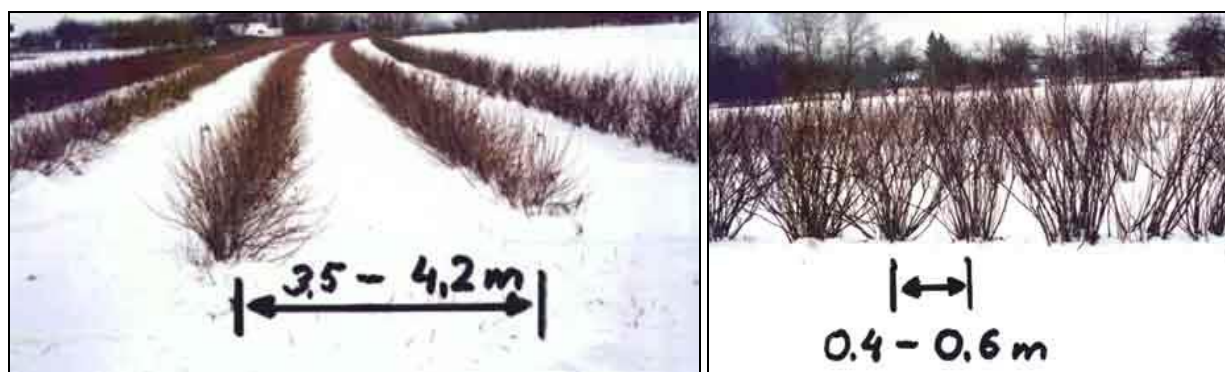
Większość owoców przetworzonych do postaci koncentratu, soku oraz suszu trafia na eksport do: Chorwacji, Czarnogóry, Czech, na Węgry, Słowację, do Korei Południowej, Kanady, USA, a nawet do

Japonii. Surowiec ten mimo właściwości odżywczych i prozdrowotnych nie cieszy się dużą popularnością, głównie ze względu na cierpki smak. Małe zainteresowanie aronią w Polsce może wynikać również z braku odpowiedniej promocji tego owocu wśród konsumentów.

Celem pracy była analiza sposobu uprawy oraz zbioru, składu i właściwości związków biologicznie aktywnych zawartych w owocach aronii czarnoowocowej i ich wpływu na zdrowie człowieka.

Mechanizacja uprawy oraz zbioru owoców aronii

Uprawa oraz produkcja krzewów jagodowych, do których należy aronia czarnoowocowa wymaga wielu pracochłonnych zabiegów agrotechnicznych. Sadownictwo stosuje w produkcji bardzo intensywne metody wytwarzania, aby osiągnąć wysokie plony oraz owoce dobrej jakości. Ze względu na niewielkie wymagania co do ochrony oraz warunków klimatycznych aronia jest dość powszechną rośliną sadowniczą uprawianą na plantacjach towarowych. Aby ograniczyć koszty oraz usprawnić prace na plantacjach, zmechanizowano produkcję owoców poprzez wykorzystanie: sadzarek, podcinaczy krzewów, kosiarek, rozsiewaczy nawozów mineralnych, opryskiwaczy herbicydów, kombajnów do zbioru owoców oraz urządzeń do likwidacji plantacji (karczowania) [Jaworski 2010].



Rys. 1. Optymalne rozstawy rzędów do zbioru kombajnowego porzeczki i aronii [<http://porzeczkomania.republika.pl>]
Fig. 1. The optimum spacing of rows for the combine harvesting of currants and chokeberry [<http://porzeczkomania.republika.pl>]

Krzewy aronii mogą być sadzone jak większość krzewów i drzew owocowych zarówno jesienią, jak i wiosną. Do produkcji towarowej wykorzystuje się sadzarki, wśród których najczęściej stosowaną jest jednorzędowa sadzarka montowana na układzie zawieszania ciągnika. Roślinom nie sprzyja zbyt głębokie sadzenie, gdyż powoduje to powstawanie dużej ilości odrostów korzeniowych [Rusnak 2013]. Aronia jest rośliną światłolubną, stąd też przy zbiorze ręcznym krzewy sadi się w wyznaczonych rzędach w rozstawie 3 m między rzędami i 1,5 m w rzędach. Zbiór kombajnowy wymaga większej odległości między rzędami, aby umożliwić swobodny przejazd oraz nawrót pojazdów z maszynami. Zalecana odległość między rzędami powinna zawierać się w przedziale 3,5–4,2 m. Maszynowy zbiór owoców wymaga małych odstępów w rzędach – od 0,4 m do 0,6 m (rys. 1) [Glinicki 2006].

Owoce zbierane są po 80–90 dniach od kwitnienia. Zbiory aronii zaczynają się od drugiej połowy sierpnia i trwają do końca września, a nawet października, aż do osiągnięcia dojrzałości zbiorczej. Wpływ na termin zbioru mają zarówno czynniki środowiskowe, jak i warunki pogodowe. Zbiór owoców jest jednokrotny, gdyż owoce dojrzewają równomiernie, a zbyt późny termin zbioru nie powoduje ich opadania tylko marszczenie na krzewie [Rusnak 2013] oraz sprzyja niszczeniu plantacji przez ptaki [Kołodziej 2010].

Mechaniczny zbiór owoców może odbywać się z wykorzystaniem kombajnów samobieżnych (KPS), zbierających owoce z całego rzędu podczas jednego przejazdu, oraz kombajnów zaczepianych do ciągnika, zbierających owoce z całych rzędów lub z połowy rzędu [Gwozdecki 2003]. Zwykle do zbioru wykorzystuje się „kombajny porzeczkowe” ze względu na dojrzewanie aronii po zbiorze porzeczek, dzięki czemu możliwe jest efektywniejsze wykorzystanie sprzętu. Maszyny te mogą być wyposażone w uniwersalne głowice otrzaskujące, z możliwością ich przestawiania w zależności od uprawy, lub standardowe głowice porzeczkowe i aroniowe, przystosowane specjalnie do zbioru porzeczek lub aronii. Wadą kombajnów połówkowych jest konieczność

dwukrotnego przejazdu przez każdy rząd plantacji, w wyniku czego krzewy rozdzielane są dwukrotnie. Sytuacja ta sprzyja powstawaniu mechanicznych uszkodzeń pędów, a uszkodzone tkanki infekowane są przez szkodliwe organizmy, co negatywnie wpływa na zdrowotność plantacji [Rabcewicz 2006].

Owoce aronii są bardzo odporne na uszkodzenia mechaniczne, zaś średni plon z jednego krzewu po kilku latach użytkowania wynosi 6–12 kg rocznie [Kołodziej 2010].

Obfity zbiór owoców dobrej jakości przy jednoczesnej minimalizacji uszkodzeń pędów oraz strząsania liści zapewnia prawidłowe wyregulowanie kombajnów oraz odpowiednio dobrane parametry ich pracy. Należą do nich: prędkość przetaczania, skok oraz częstotliwość drgań palców otrzaskujących [Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa 2010]. Salamon [2002] w badaniach nad wpływem wybranych parametrów kombajnu (KPS-4b) na zbiór owoców i powstawanie uszkodzeń krzewów roślin jagodowych wykazał znaczący wpływ prędkości roboczej, wielkości amplitudy i częstotliwości drgań palców na ilość otrząśniętych owoców. Określono, że największą efektywność zbioru owoców uzyskano, stosując prędkość roboczą 0,87 km/h, amplitudę 100 mm i częstotliwość drgań palców otrzaskujących 13,7 Hz. Zastosowanie powyższych parametrów nie prowadziło do uszkodzeń pędów. Dodatkowo stwierdzono, że odległość między grzebieniami otrzaskującymi na kolumnie otrzaskacza ma istotne znaczenie dla procesu pozyskiwania owoców z krzewów [Salamon 2002]. Owoce po zbiorze mogą być przechowywane przez parę tygodni w chłodniach o dużej wilgotności powietrza (90–95%).

Skład chemiczny owoców aronii

Surowcem pozyskiwanym z aronii czarnoowocowej dla potrzeb przemysłu spożywczego, zielarskiego i farmaceutycznego są owoce zbierane na przełomie sierpnia i września. Zawierają one 17–29% suchej masy [Białek i in. 2012], z czego średnio 8,5% stanowią cukry [Kołodziej i in. 2010] (tab. 1).

Tabela 1. Skład chemiczny owoców aronii [Wu i in. 2004]
Table 1. The chemical composition of chokeberry [Wu et al. 2004]

Składnik Ingredient	Zawartość (%) Content (%)
Woda Water	74,0–83,0
Sucha masa Dry mass	17,0–29,0
Cukry Sugars	6,2–10,8
Tłuszcz Fat	0,14
Białko Protein	0,7
Błonnik Fiber	5,62
Kwasy w przeliczeniu na kwas jabłkowy Acids calculated as malic acid	0,7–1,3

Tabela 2. Średnia zawartość polifenoli w wybranych owocach [Wu i in. 2004]
Table 2. The average content of polyphenols in selected fruits [Wu et al. 2004]

Owoce Fruit	Całkowita zawartość polifenoli (mg 100 g ⁻¹ s.m.) The total content of polyphenols (mg 100 g ⁻¹ d.m.)
Aronia Chokeberry	2080
Czarna porzeczka Blackcurrant	560
Wiśnie Cherries	460
Truskawki Strawberries	225
Jeżyny Blackberries	248
Maliny Raspberries	126
Borówka amerykańska Blueberry	181–585
Żurawina Cranberry	120–315

Tabela 3. Związki chemiczne występujące w *Aronia melanocarpa* [D'Alessandro i in. 2013]
Table 3. The chemical compounds in *Aronia melanocarpa* [D'Alessandro et al. 2013]

Cząsteczka Molecule	R1	R2
cyjanidyno-3-O-galaktozyd cyanidin-3-O-galactoside	galaktoza galactose	-OH
cyjanidyno-3-O-glukozyd cyanidin-3-O-glucoside	glukoza glucose	-OH
cyjanidyno-3-O-ksylozyd cyanidin-3-O-xyloside	ksyloza xylose	-OH
cyjanidyno-3-O-arabinozyd cyanidin-3-O-arabinoside	arabinoza arabinose	-OH
pelargonidyn-3-O-arabinozyd pelargonidin-3-O-arabinoside	arabinoza arabinose	-H
pelargonidyn-3-O-galaktozyd pelargonidin-3-O-galactoside	galaktoza galactose	-H

Owoce aronii charakteryzują się dużą zawartością substancji czynnych, pozytywnie wpływających na funkcjonowanie ludzkiego organizmu. Stąd też określane są one mianem superowocu, superjagody, bądź też bomby witaminowej. Do związków tych zaliczane są polifenole obejmujące antocyjany, flawonoidy, taniny oraz kwasy fenolowe. W tabeli 2 przedstawiono porównanie zawartości polifenoli w różnych owocach.

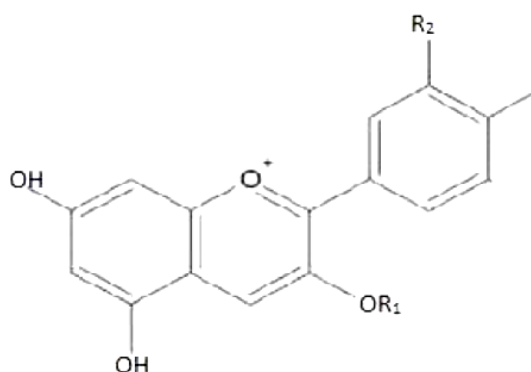
Całkowita zawartość związków polifenolowych w owocach aronii waha się od 2000 do 8000 mg na 100 g suchej masy [Kokotkiewicz i in. 2010], w tym ok. 25% stanowią antocyjany [Oszmiański i Wojdyło 2005]. Zawartość poszczególnych grup związków zależy przede wszystkim od odmiany, warunków uprawy oraz terminu zbioru. Obok czarnej porzeczki owoce aronii czarnoowocowej są głównym źródłem antocyjanów w klimacie umiarkowanym [Szaniawska i in. 2015]. Zaliczane do tej grupy związki determinują barwę owoców. Ich odcień zmienia się wraz ze wzrostem pH – w kwaśnych roztworach przyjmują barwę intensywnie czerwoną, natomiast w zasadowych od granatowej do żółtej [Niedworok i Brzozowski 2001]. Przeciętna zawartość antocyjanów, zlokalizowanych głównie w zewnętrznej warstwie skórki, wynosi ok. 500 mg na 100 g suchej masy.

W tabeli 3 przedstawiono chemiczne struktury 6 najważniejszych związków z grupy antocyjanów

występujących w owocach aronii, a na rysunku 2 podstawowy wzór strukturalny antocyjanów. Wśród tych związków wykazano obecność głównie glikozydów cyjanidyny, będących pochodnymi galaktozy (222 mg 3-O-galaktozyd na 100 g s.m.), arabinozy (159 mg 3-O-arabinozyd na 100 g s.m.), glukozyd (3-O-glukozyd) oraz ksylozy, przy czym 3-O-ksylozyd jest charakterystyczny dla owoców aronii [Białek i in. 2012, Jurkova i in. 2017].

Owoce te są bogate w kwasy fenolowe – przede wszystkim w kwas chlorogenowy i neochlorogenowy, które stanowią 7,5% całkowitej zawartości polifenoli [Białek i in. 2012]. Zawierają one także glikozydy flawonoidowe stanowiące około 10% całkowitej zawartości fenoli, wśród których przeważa 3-O-galaktozyd kwercetyny i 3-O-glukozyd kwercetyny [Tian i in. 2017]. Szopa i in. [2017] podają zawartość flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę wynoszącą 5,3 mg na 1 g s.m. W mięszu owoców aronii występuje około 70% procyanidyn, dalsze 25% zlokalizowane jest w skórce [Bräunlich i in. 2013]. Ze względu na dużą liczbę grup -OH wykazują one silniejsze właściwości przeciwrodnikowe w porównaniu z popularną witaminą C czy E. Do związków fenolowych należą również garbniki, których zawartość wynosi ok. 0,4% [Kołodziej i in. 2010]. W ich skład wchodzi katechiny i ich dimery, kwercetyna oraz taniny. Wraz z kwasami organicz-

nymi najsilniej wpływają one na cierpki smak owoców aronii. Podczas spożywania owoców dochodzi do reakcji tanin z receptorami języka i białkami śluzówki jamy ustnej, w wyniku czego pojawia się odczucie ściągania, suchości w ustach i dławienia. Doznania towarzyszące konsumpcji owoców sprawiają, że nie znajdują one uznania jako owoce deserowe spożywane na surowo. Ponad 1,5% tanin zawartych w aronii zbudowanych jest z epikatechiny. Tak duży udział tej substancji, charakterystyczny dla aronii, jest rzadko stwierdzany w grupie owoców jagodowych. Równie unikalną cechą, rzadko spotykaną w owocach, jest duża zawartość zarówno antocyjanów, jak i garbników [Wawer 2006]. Dzięki dużej zawartości związków zaliczanych do grupy proantocyjanidyn owoce aronii odporne są na rozkład mikrobiologiczny, w wyniku czego zyskują dużą trwałość konsumpcyjną [Wawer 2006, Kołodziej i in. 2010].



Rys. 2. Podstawowy wzór strukturalny antocyjanów w *Aronia melanocarpa* [D'Alessandro i in. 2013]
Fig. 2. Anthocyanins basic structure in *Aronia melanocarpa* [D'Alessandro et al. 2013]

Ponadto owoce aronii są źródłem witamin, zwłaszcza witaminy C, której zawartość waha się w granicach 0,013–0,27 mg na 1 g s.m. Poza kwasem L-askorbinowym zawierają witaminę E, K, B1, B2, B3, B5, B6 oraz kwas foliowy, a także szereg makro- i mikroelementów, np. magnez, cynk, potas, sód, wapń, żelazo [Szopa i in. 2017], jod, molibden, mangan oraz bor [Wolski i in. 2007, Białek i in. 2012].

Za gorzkomiędławy zapach owoców aronii odpowiada amygdalina, rozpadająca się na m.in. kwas pruski, zaliczana do grupy glikozydów cyjanogennych. Jej

zawartość w świeżych owocach wynosi 20,1 mg na 100 g, w soku 5,7 mg na 100 g, a w wyciekach aż 52,3 mg na 100 g [Kulling i Rawel 2008]. Na kształtowanie się składu chemicznego i ilości substancji aktywnych wpływa odmiana, warunki uprawy oraz termin zbioru. Celowe opóźnienie czasu zbioru owoców prowadzi do zwiększenia zawartości antocyjanów, garbników i polifenoli [Kołodziej 2010].

Potencjalne właściwości prozdrowotne i lecznicze owoców aronii

W przemyśle farmaceutycznym wykorzystuje się głównie sok z owoców aronii i syrop aroniowy [Kołodziej i in. 2010], ale także pozostałe produkty ich przetwarzania. Oszmiański i Wojdyło [2005] wykazali, że wycieki mają dużo większą aktywność przeciwutleniającą niż owoce lub sok, stąd też daje to możliwość ich wykorzystania w produkcji nutraceutyków [Białek i in. 2012].

Ze względu na bogactwo związków aktywnych owoce aronii znalazły uznanie w środowisku medycznym. Przeprowadzono liczne badania, w których potwierdzono dużą aktywność antyoksydacyjną aronii, związaną z zawartością polifenoli. Kulling i Rawel [2008] wskazują na ponad 20-krotnie większe zdolności antyoksydacyjne owoców aronii w porównaniu z czerwonymi winogronami. Tym samym aronia zawiera więcej tych związków niż owoce bzu czarnego, żurawiny, borówki czarnej, jabłek i truskawek, co wykazano w teście ORAC, określającym zdolność do zmiatania rodników nadtlenkowych [Kulling i Rawel 2008]. Dzięki temu owoce te znalazły zastosowanie w prewencji i leczeniu nowotworów. Proces ten odbywa się na wielu płaszczyznach. Polega np. na wiązaniu i obniżaniu toksyczności związków mutagennych, m.in. benzo- α -pirenu [Gąsiorowski 1997, Banach i in. 2017], metali ciężkich [Wawer 2006], co zapobiega tworzeniu się reaktywnych form tlenu (wolnych rodników, sprzyjających kancerogenezie) [Nowak i in. 2014], hamowaniu podziałów i wzrostu komórek rakowych, pobudzaniu ekspresji genów o charakterze supresorów [Białek i in. 2012, Banach i in. 2017]. W przypadku spożywania soków czy przetworów z aronii przez chorych na nowotwory stwierdzono ograniczenie skutków ubocznych leków stosowanych w walce z chorobą [Niedworok i Brzozowski 2001].

Antocyjany obecne w aronii wykazują pozytywny wpływ w leczeniu choroby popromiennej, którą doświadczalnie wywoływano u szczurów. Wyniki wykazały spadek liczby leukocytów, ograniczenie ilości wolnych rodników oraz poprawę zdolności regeneracyjnych komórek [Wawer i in. 2012]. Fotoprotekcyjne właściwości aronii nie ograniczają się wyłącznie do promieniowania jonizującego. Znalazły zastosowanie w kosmetologii, gdzie wykorzystuje się je do absorpcji promieniowania UV [Nowak i in. 2014].

Spożywanie owoców aronii korzystnie wpływa na wzrok – zmniejsza zapadalność na zwyrodnienie plamki żółtej, postępujące wraz z wiekiem, oraz sprzyja szybszej regeneracji rodopsyny odpowiadającej za widzenie po zmierzchu i adaptację do ciemności. Ponadto substancje zawarte w aronii chronią siatkówkę oka przed uszkodzeniami, hamują rozwój jaskry [Szaniawska i in. 2015] oraz zaćmy. Wzmacniają także naczynia włosowate gałki ocznej [Szopa i in. 2017].

Związki czynne zawarte w owocach aronii wszechstronnie wpływają na układ sercowo-naczyniowy. Obniżają ciśnienie tętnicze krwi, zmniejszają objawy niedotlenienia mięśnia sercowego [Naruszewicz i in. 2007, Wolski i in. 2007], prowadzą do spadku stężenia cholesterolu LDL (lipoproteiny o małej gęstości) i wzrostu cholesterolu HDL (lipoproteiny wysokiej gęstości), przez co działają przeciwmiażdżycowo [Białek i in. 2012, Szopa i in. 2017]. Polifenole zawarte w aronii uszczelniają naczynia krwionośne, regulują ich przepuszczalność [Szaniawska i in. 2015], poprawiają elastyczność [Nowak i in. 2014] oraz ograniczają stany zapalne śródbłonna poprzez jego ochronę i odbudowę [Kulling i Rawel 2008, Białek i in. 2012]. Redukują także agregację płytek krwi, przyczyniając się do zapobiegania zakrzepom [Kosiorek i in. 2013].

Poza wspieraniem układu krążenia owoce aronii zalecane są w profilaktyce i leczeniu cukrzycy. Sok z aronii obniża indeks glikemiczny cukrów prostych, prowadząc do zmniejszenia ich wchłaniania. Antocyjany i garbniki pobudzają również wydzielanie insuliny, a kwas chlorogenowy hamuje wchłanianie cukrów z jelita cienkiego. Spożywanie owoców aronii pomaga utrzymać właściwą masę ciała (głównie

przez ograniczenie wchłaniania cukrów, białek i tłuszczów) oraz sprzyja regeneracji komórek wątroby, które są upośledzane przez zaburzenia metabolizmu towarzyszące cukrzycy [Gąsiorowski 1997, Kulling i Rawel 2008, Gawryś i in. 2012]. Ponadto podawanie soku z aronii diabetykom może łagodzić przebieg choroby, przyczyniając się np. do zmniejszenia pragnienia oraz ilości oddawanego moczu [Wolski i in. 2007]. Przeprowadzone badania potwierdzają właściwości przeciwwzapalne (ograniczanie ilości produkowanych enzymów stanu zapalnego oraz prostaglandyn) [Szaniawska i in. 2015], przeciwbakteryjne (na szczepach pałeczek okrężnicy *E. coli* oraz gronkowca złocistego *S. aureus*) i przeciwwirusowe (wirus grypy A) owoców aronii [Szopa i in. 2017].

Możliwe jest również zastosowanie aronii w konserwacji żywności, ponieważ naturalne polifenole umożliwiają ograniczenie degradacji lipidów. W związku z tym związki te mogą być zamiennikami sztucznych konserwantów w przemyśle spożywczym i kosmetycznym.

PODSUMOWANIE

Uprawy aronii czarnoowocowej, zwłaszcza te wielkoobszarowe, są wysoce zmechanizowane. Różnego typu maszyny i urządzenia wykorzystywane są na wszystkich etapach produkcji sadowniczej owoców, przez co konieczne jest uwzględnienie szerokości roboczej sprzętu już na etapie zakładania plantacji. Dzięki wykorzystaniu kombajnów do zbioru owoców znacząco ograniczono koszty uprawy.

Obecny stan wiedzy wskazuje na to, że aronia czarnoowocowa jest jednym z najbogatszych źródeł antocyjanów wśród owoców krzewów jagodowych. Ponadto skórka tych owoców jest dobrym źródłem błonnika pokarmowego. Wyniki wieloletnich badań potwierdzają lecznicze właściwości aronii oraz potencjał w profilaktyce najpoważniejszych chorób cywilizacyjnych. Zawarte w tych owocach przeciwutleniacze polifenolowe przynoszą również korzyści zdrowotne poprzez oczyszczanie organizmu z niebezpiecznych wolnych rodników. Są one także dobrym źródłem wielu witamin przeciwutleniających, takich jak witamina C, A, E, beta-karoten i kwas foliowy oraz minerałów, m.in. potasu, żelaza i man-

ganu. Ze względu na walory smakowe ten superowoc częściej znajduje zastosowanie w lecznictwie aniżeli w kuchni.

PIŚMIENNICTWO

- Banach, K., Rutkowska, B., Glibowski, P. (2017). Polska „superżywność” w prewencji chorób nowotworowych. Bromatol. Chem. Toksykol., 2, 106–114.
- Białek, M., Rutkowska, J., Hallmann, E. (2012). Aronia czarnoowocowa (*Aronia melanocarpa*) jako potencjalny składnik żywności funkcjonalnej. Żywn. Nauka Technol. Jakość, 6(85), 21–30.
- Borowska, S., Brzóska, M.M. (2016). Chokeberries (*Aroniamelanocarpa*) and their products as a possible means for the prevention and treatment of noncommunicable diseases and unfavorable health effects due to exposure to xenobiotics. Comp. Rev. Food Sci. Food Safety, 15, 982–1017.
- Bräunlich, M., Slimestad, R., Wangensteen, H., Brede, C., Malterud, K.E., Barsett, H. (2013). Extracts, anthocyanins and procyanidins from *Aronia melanocarpa* as radical scavengers and enzyme inhibitors. Nutrients, 5(3), 663–678.
- D’Alessandro, G.L., Vauchel, P., Przybylski, R., Chataigné, G., Nikov, I., Dimitrov, K. (2013) Integrated process extraction–adsorption for selective recovery of antioxidant phenolics from *Aronia melanocarpa* berries. Sep. Purif. Technol., 120(13) 92–101.
- Gawryś, M., Zawada, K., Wawer, I. (2012). Aronia w diecie diabetyków. Diabetol. Klin., 1(5), 196–200.
- Gąsiorowski, K., Szyba, K., Brokos, B., Kolaczynska, B., Jankowiak-Włodarczyk, M., Oszmianski, J. (1997). Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from *Aronia melanocarpa* fruits. Cancer Lett., 119(1), 37–46.
- Glinicki, J. Gospodarstwo SADPOL, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa. (2006). Ogólnopolska Konferencja Sadownicza: Nowe odmiany i technologie uprawy krzewów jagodowych, Skierniewice.
- Główny Urząd Statystyczny (2017), Wyniki produkcji roślinnej w 2016 r. Warszawa.
- González-Molina, E., Moreno, D.A., García-Viguera, C. (2008). Aronia-enriched lemon juice: a new highly antioxidant beverage. J. Agric. Food Chem., 56(23), 11327–11333.
- Gwozdecki, J. (2003). Towarowa uprawa krzewów owocowych (porzeczki, agrest, aronia, świdośliwka, róża). Hortpress, Warszawa.
- <http://master-ciagniki.pl/pl/maszyny-sadownicze/128-kombajn-calorzedowy-samobiezny-victor-premium.html> [data dostępu: 15.02.2018].
- <http://porzeczkomania.republika.pl/pl/uprawa.html> [data dostępu: 15.02.2018].
- http://www.aronia.org.pl/poradnik_uprawy.html [data dostępu: 15.02.2018].
- Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa im. Szczepana Pieniążka, Polska Akademia Nauk. Komitet Nauk Ogrodniczych (2010). Ogólnopolska Konferencja Nauka Praktyce: intensyfikacja uprawy krzewów jagodowych przez wdrażanie najnowszych wyników badań": uprawa porzeczki i agrestu, Skierniewice.
- Jaworski, A. (2010). Mechanizacja zbioru owoców miękkich. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karnowicach.
- Kokotkiewicz, A., Jeremicz, Z., Luczkiewicz, M. (2010). Aronia Plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. J. Med. Food, 13(2), 255–269.
- Kołodziej, B. (2010). Uprawa ziół. Poradnik dla plantatorów. PWN, Warszawa.
- Kosiorek, A., Oszmianski, J., Golański, J. (2013). Podstawy do zastosowania polifenoli roślinnych jako nutraceutyków o właściwościach przeciwpłytkowych. Post. Fitoter., 2, 108–117.
- Kulling, S.E., Rawel, H.M. (2008). Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A review on the characteristic components and potential health effects. Planta Med., 74(13), 1625–1634.
- Naruszewicz, M., Łaniewska, I., Millo, B., Dłużniewski, M. (2007). Combination therapy of statin with flavonoids rich extract from chokeberry fruits enhanced reduction in cardiovascular risk markers in patients after myocardial infarction (MI). Atherosclerosis, 194(2), 179–184.
- Niedworok, J., Brzozowski, F. (2001). Badania nad biologicznymi i fitoterapeutycznymi właściwościami antocyjanin aronii czarnoowocowej E. Post. Fitoter., 1, 20–24.
- Nowak, A., Zielonka, J., Turek, M., Klimowicz A. (2014). Wpływ przeciwutleniaczy zawartych w owocach na proces fotostarzenia się skóry. Post. Fitoter., 2, 99–94.
- Olesińska, K., Wilczyński, K., Luchowska, K., Kałwa, K. (2017). Właściwości antyoksydacyjne komercyjnych herbatek owocowych. Inż. Przetw. Spoż., 3/4(23), 19–23.
- Oszmianski, J., Wojdyło, A. (2005). *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. Eur. Food Res. Technol., 221, 809–813.
- Rabcewicz, J. (2006). Mechanizacja zbioru owoców jagodowych. Hasło Ogrodnicze, 7, <http://www.ho.haslo.pl/>

- article.php?id=2924&rok=2006&numer=07 [data dostępu: 15.02.2018].
- Rusnak, J. (2013). Uprawa aronii. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karniowicach, Karniowice.
- Salamon, Z. (2002). Wpływ wybranych parametrów kombajnu na zbiór owoców i na powstawanie uszkodzeń krzewów kilku gatunków roślin jagodowych. Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. Skiern., 31, 203–216.
- Szaniawska, M., Taraba, A., Szymczyk, K. (2015). Budowa, właściwości i zastosowanie antocyjanów. Nauki Inż. Technol., 2(17), 63–78.
- Szopa, A., Kubica, P., Ekiert, H. (2017). Ekologia, skład chemiczny, działanie prozdrowotne oraz badania biotechnologiczne aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott), aronii czerwonej (*Aronia arbutifolia* (L.) Pers.) i aronii śliwolistnej (*Aronia × prunifolia* (Marsh.) Rehd.). Post. Fitoter., 18(2), 145–157.
- Tian, Y., Liimatainen, J., Alanne, A.L., Lindstedt, A., Liu, P., Sinkkonen, J., Kallio, H., Yang B. (2017). Phenolic compounds extracted by acidic aqueous ethanol from berries and leaves of different berry plants. Food Chem., 220, 266–281.
- Wawer, I., Eggert, P., Hołub, B. (2012). Aronia – super owoc. Wyd. Wektor, Warszawa.
- Senderski, M.E. (2015). Zioła w nalewkach leczniczych. Wyd. Mateusz E. Senderski.
- Wawer, I. (2006). Aronia – polski paradoks. Agropharm, Warszawa.
- Wolski, T., Kalisz, O., Prasał, M., Rolski, A. (2007). Aronia czarnoowocowa – *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot – zasobne źródło antyoksydantów. Post. Fitoter., 3, 145–154.
- Wu, X., Gu, L., Prior, R.L., McKay, S. (2004). Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of Ribes, Aronia, and Sambucus and their antioxidant capacity. J. Agric. Food Chem., 52(26), 7846–7856.
- Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Snopek, L., Orsavova, J. (2017). Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. Molecules, 22(6), 944, doi:10.3390/molecules22060944.

ANALYSIS OF CULTIVATION AND COMPOSITION, NUTRITIONAL AND HEALTH-PROMOTING PROPERTIES OF BLACK CHOKEBERRY FRUIT (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott)

ABSTRACT

The aim of the study was to analyze the cultivation and harvesting chokeberry, and the composition and properties of the biologically active compounds contained in fruits and their potentially health-promoting effects on the human body. Chokeberry is a plant with low soil requirements, but requires many labor-intensive agrotechnical operations. Harvest from large-scale plantations is usually carried out by means of self-propelled harvesters. Mechanical harvesting requires appropriate planting shrubs and proper selection of combine harvester parameters to reduce the damage to fruit bushes and canes. In the work, based on the available literature, important factors effect on the correct and optimal cultivation as well as the mechanized harvesting of chokeberry are discussed and its potential therapeutic and pro-health properties in the prevention of civilization diseases are presented. It was shown that this raw material is important in the processing industry.

Key words: black chokeberry, agriculture, antioxidant activity, polyphenols, anthocyanins, health