

Jagoda kamczacka (*Lonicera caerulea* L.) – aktualny stan badań fitochemicznych i aktywności biologicznej

Katedra i Zakład Farmakognozji z Ogrodem Roślin Leczniczych, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, Gdański Uniwersytet Medyczny
Kierownik Katedry i Zakładu: prof. dr hab. n. farm. Mirostawa Krauze-Baranowska

BLUE-BERRIED HONEYSUCKLE FRUITS (*LONICERA CAERULEA* L.) – CURRENT STATUS OF PHYTOCHEMICAL AND BIOLOGICAL ACTIVITY INVESTIGATIONS

SUMMARY

Blue-berried honeysuckle fruits (*Lonicera caerulea* L.), in Poland commonly named “kamchatka berry”, have been known for centuries in folk medicine of Russia, China and Japan, and are also used as a food product. Phytochemical analysis of different cultivars suggests that the honeysuckle fruits are one of the richest sources of anthocyanins among berry fruits. Antioxidant activity research reveals strong antioxidant properties of *L. caerulea* fruit extracts and they are often higher than those displayed by berries commonly thought to be effective antioxidants. Biological activities displayed by the fruit are strongly associated with their high antioxidant capacity and include anti-inflammatory, radioprotective and anti-diabetic activities. Antimicrobial activities of the fruit extracts have also been reported. Compared to other berries, the number of biological activity research on the blue-berried honeysuckle is relatively low. Research conducted up to date on the blue-berried honeysuckle, including some of the Polish national varieties, indicates their potential in civilization diseases prevention, however this needs to be verified in a greater number of clinical trials.

KEYWORDS: BLUE-BERRIED HONEYSUCKLE FRUITS
– PHYTOCHEMICAL ANALYSIS – BIOLOGICAL
ACTIVITIES

Wstęp

Prozdrowotne właściwości i rola w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym decydują o wzrastającym zainteresowaniu surowcami leczniczymi pochodzenia roślinnego. Poszukiwania nowych surowców o działaniu terapeutycznym, często inspirowane medycyną tradycyjną, obejmują badania składu chemicznego i aktywności biologicznej.

Wiciokrzew siny (*Lonicera caerulea* L.) (*Caprifoliaceae*) jest rośliną znaną od wieków w medycynie ludowej północnej Rosji, Chin oraz Japonii. Owoce nazywane są „eliksirem życia” przez tubylczy lud Ajnów, zamieszkujący wyspę Hokkaido (1). Kwiaty, liście, gałęzie oraz kora są surowcami pozyskiwanymi

z regionalnych gatunków rodzaju *Lonicera* jako remedia o działaniu moczopędnym (gałęzie), przeciwpriębieniowym (kwiaty), czy też przeciwzapalnym, w zakażeniach gardła i stanach zapalnych oczu (liście). Jednak tylko dla owoców *L. caerulea* wykazano szerokie spektrum właściwości leczniczych. Są one wykorzystywane w medycynie ludowej jako surowiec wzmacniający, o działaniu hipotensyjnym i obniżającym ryzyko zawału serca, zapobiegający anemii, spowalniający rozwój jaskry, jako lek przeciwmalaryczny, pomocny w chorobach układu pokarmowego oraz zakażeniach bakteryjnych (2). Natomiast zastosowanie owoców wiciokrzewu siniego w przemyśle spożywczym obejmuje produkcję dżemów, wina, słodczy i jogurtów, z przeznaczeniem głównie na rynek japoński. Ograniczeniem zwiększenia produkcji przemysłowej owoców są wysokie koszty ich pozyskiwania, związane z ręcznym zbiorem (możliwość zbioru mechanicznego są ograniczone) (3).

Celem pracy jest przedstawienie obecnego stanu wiedzy o składzie chemicznym, kierunkach aktywności biologicznej i potencjalnych właściwościach prozdrowotnych owoców wiciokrzewu siniego.

Opis botaniczny

Lonicera caerulea L. (ryc. 1) jest suchodrzewem należącym do rodziny Przewiertniowatych (*Caprifoliaceae*) i jednym ze 180 gatunków krzewów należących do rodzaju *Lonicera*, szeroko rozprzestrzenionych na półkuli północnej, głównie w strefie klimatu umiarkowanie chłodnego. Występuje w północnej Rosji, Chinach i Japonii. Uprawiana jest jako roślina użytkowa o jadalnych owocach i roślina lecznicza, stanowiąca źródło surowców stosowanych w medycynie tradycyjnej (4). W Europie, w środowisku naturalnym, jest spotykana na terenie Alp oraz w Skandynawii. W Ameryce Północnej i Europie wciąż jest mało znana, jakkolwiek owoce *L. caerulea* w ciągu ostatnich lat stopniowo zyskują popularność (5).

Lonicera caerulea ma liczne odmiany, z których kilka jest szeroko uprawianych, m.in. pochodzące z Rosji



Ryc. 1. Jagoda kamczacka (źródło: internet)

– *L. caerulea* var. *edulis*, *L. caerulea* var. *kamtshatica*, *L. caerulea* var. *altaica*, *L. caerulea* var. *boczkarnikovae* oraz z wyspy Hokkaido z Japonii – *L. caerulea* var. *emphyllocalyx* (6). Do Polski odmianę *L. caerulea* var. *edulis* sprowadzono z Rosji około 30 lat temu i obecnie stanowi ona obiekt zainteresowania prywatnych hodowców oraz instytutów hodowlanych. W Polsce opracowano szereg odmian krajowych, do których należą m.in. Wojtek, Białozłota i Zielona (7).

Krzewy osiągają od 0,8 do 3 metrów wysokości, są długowieczne i mogą przeżyć od 25 do 30 lat. Rosną na glebach piaszczystych bądź też gliniastych, których pH może wahać się od 5 do 7 (4). Charakteryzują się wysoką odpornością na mrozy, nawet dochodzące do temperatury -46°C (8), są również bardzo odporne na choroby i szkodniki (2). Krzewy są obcopylne i zaczynają owocować po roku od założenia uprawy, na przełomie maja i czerwca. Po 3 latach osiąga się plony – ok. 500 g owoców z jednej rośliny. Jagody są koloru ciemnoniebieskiego bądź ciemnofioletowego, wielkości od 1,5 do 3 cm i wadze 0,6-2 g. Kształt owoców jest różny, najczęściej cylindryczny, koloru granatowego z woskowym nalotem (2, 4).

Problemy w botanicznej klasyfikacji gatunku *L. caerulea* wynikają z faktu opisywania niektórych odmian jako innych gatunków (np. *L. caerulea* var. *edulis* jako *L. edulis*) oraz stosowania szeregu nazw synonimicznych jak „haskap”, „jagoda kamczacka” czy „suchodrzew jadalny” dla odmiennych gatunków (4). Nazwa „haskap” (znana również jako „zimolost”) w Rosji oznacza przeważnie odmiany *L. caerulea* var. *kamtshatica*, *L. caerulea* var. *edulis* i *L. caerulea* var. *boczkarnikovae*, podczas gdy w Japonii nazywana

jest tak odmiana *L. caerulea* var. *emphyllocalyx* (6). W Polsce, choć popularnie funkcjonuje nazwa „jagoda kamczacka”, to opracowane krajowe odmiany hodowlane pochodzą z *L. caerulea* var. *edulis*. Klasyfikacja botaniczna wiciokrzewu siniego została przedstawiona na rycinie 2.

Skład chemiczny

Owoce jagodowe uważane są za jedno z najważniejszych i najbogatszych źródeł związków fenolowych w codziennej diecie, takich jak antocyjany, flawonoidy, proantocyjanidyny oraz kwasy fenolowe (9). Aktywność biologiczna polifenoli i prostych fenoli obejmuje głównie działanie przeciwutleniające oraz przeciwzapalne (10), przeciwbakteryjne (11), chemopreventywne (12) oraz zapobiegawcze w chorobie niedokrwiennej serca (13).

Wykazano, że skład chemiczny owoców *L. caerulea* jest zależny od stopnia dojrzałości oraz warunków przechowywania (4). Badania polskich odmian wiciokrzewów ujawniły, że dojrzałe owoce z końca sezonu charakteryzują się wyższą zawartością związków fenolowych (zwłaszcza antocyjanów), ale niższą kwasowością oraz zawartością witaminy C (14). Interesującym jest fakt, że warunki uprawy (rodzaj gleby oraz sposób nawożenia) nie mają wpływu na zawartość metabolitów wtórnych w owocach wiciokrzewu (15), co powoduje, że owoce pochodzące z różnych ośrodków hodowlanych charakteryzują się bardzo podobnymi profilami związków czynnych (16).

Stosując metodę Folina-Ciocalteu (F-C) oznaczono całkowitą zawartość fenoli w owocach *L. caerulea* mieszczącą się w zakresie od 140,5 do 1142 mg ekwiwalentów kwasu galusowego (GAE) na 100 g świeżej masy (ś.m.) (7, 17-22). Są to wartości wielokrotnie

Lonicera caerulea:

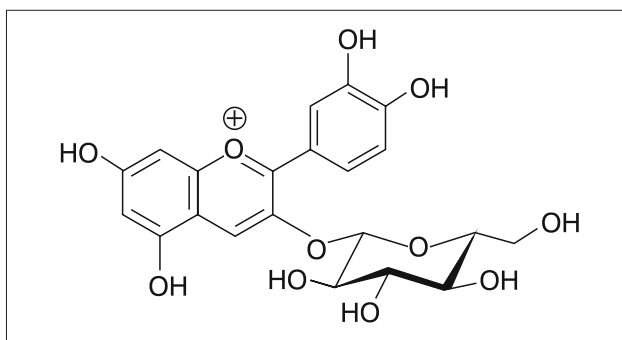
Królestwo	<i>Plantae</i>
Podkrólestwo	<i>Tracheophyta</i> – Naczyniowe
Kład	<i>Spermatophyta</i> – Nasienne
Klasa	<i>Magnoliophyta</i> – Okrytonasienne
Kład	<i>Asteridae</i> – Astrowe
Rząd	<i>Dipsacales</i> – Szczeciowce
Rodzina	<i>Caprifoliaceae</i> – Przewiertniowate
Rodzaj	<i>Lonicera</i> L. – Wiciokrzew
Gatunek	<i>Lonicera caerulea</i> – Wiciokrzew siny

Ryc. 2. Klasyfikacja botaniczna wiciokrzewu siniego

wyższe w porównaniu do innych owoców jagodowych, takich jak owoce truskawki (238,0 mg GAE/100 g ś.m.) (23), maliny czerwonej (455,5 mg GAE/100 g ś.m.) (18) czy owoce gatunku *Vaccinium virgatum* – borówki z południowo-wschodnich terenów Ameryki Północnej (330,0 mg GAE/100 g ś.m.) (24).

Oznaczając całkowitą zawartość antocyjanów spektrofotometryczną metodą różnicową (25), wykazano, że zawartość tych związków w owocach *L. caerulea* wynosi 1300 mg ekwiwalentów 3-O-glukozydu cyjanidyny (ryc. 3) (CE)/100 g ś.m. (18, 20). W porównaniu do wartości otrzymanych dla innych popularnych w Europie owoców jagodowych stanowiących źródło antocyjanów, takich jak owoce maliny czerwonej (22,2-436,9 CE/100 g ś.m.) (26), maliny czarnej (125,6-152,2 CE/100 g ś.m.), czerwonej porzeczki (1,4-7,8 CE/100 g ś.m.) (27) czy borówki wysokiej (99,9 CE/100 g ś.m.) (28), *L. caerulea* zawiera wielokrotnie wyższe stężenia antocyjanów.

Metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) wykazano, że owoce wiciokrzewów, obok



Ryc. 3. Wzór chemiczny 3-O-glukozydu cyjanidyny

antocyjanów, są bogatym źródłem również kwasów fenolowych oraz flawonoidów (tab. 1).

Antocyjany stanowią przeważającą grupę polifenoli w owocach jagody kamczackiej. 3-O-glukozyd cyjanidyny jest najbardziej rozpowszechnionym antocyjanem w świecie roślinnym oraz dominującym w owocach *L. caerulea*, stanowiąc 80-92% zawartości w zespole antocyjanów (16, 18, 19). Towarzyszą

Tab. 1. Związki fenolowe identyfikowane w owocach *L. caerulea*

Antocyjany	Flawonoidy	Fenolkwasy	Inne
3-glukozyd cyjanidyny (16, 18, 30, 36-38)	3-glukozyd kwercetyny (16, 30, 36, 38)	kwas chlorogenowy (16, 30, 38)	procyjanidyna B ₂ (30)
3,5-diglukozyd cyjanidyny (16, 18, 30, 36, 38)	3-rutynozyd kwercetyny (rutyna) (16, 30, 36, 38)	kwas neochlorogenowy (16, 30, 38)	
3-galaktozyd cyjanidyny (18)	3-ramnozyd kwercetyny (36)	kwas galusowy (36)	
3-rutynozyd cyjanidyny (16, 18, 30, 36-38)	3-galaktozyd kwercetyny (16, 30)	kwas kawowy (38)	
3-ksylozyd cyjanidyny (18)	katechina (30, 36)	kwas ferulowy (38)	
3-glukozyd delphinidyny (36)	epikatechina (30, 36)	kwas 4-aminobenzoesowy (36)	
3-rutynozyd delphinidyny (36)	7-glukozyd luteoliny (16, 36)	kwas dikawoilochinowy (30)	
3-arabinozyd-heksozyd delphinidyny (36)			
3-glukozyd pelargonidyny (16, 18, 30, 36, 38)			
3,5-diglukozyd pelargonidyny (36)			
3-rutynozyd pelargonidyny (36)			
3-glukozyd peonidyny (16, 18, 30, 36, 38)			
3-rutynozyd peonidyny (30, 36, 38)			
3,5-diglukozyd peonidyny (30, 36)			
3-glukozyd petunidyny (36)			

mu 3,5-diglukozyd cyjanidyny, 3-rutynozyd cyjanidyny oraz w niskich stężeniach pochodne innych antocyjanozydów: peonidyny, pelargonidyny oraz delfinidyny (tab. 1).

Zawartość kwasów fenolowych w owocach *L. caerulea* wynosiła od 2845,8 do 5418,2 mg/kg suchej masy, przy czym większość z nich występowała w formie związanej jako glikozydy lub estry, głównie pochodnych kwasu m-kumarowego. Jedyne niewielka ilość (1,7-4,2%) kwasów fenolowych była obecna w formie wolnej. W porównaniu do owoców borówki wysokiej i jeżyny bezkolcowej, *L. caerulea* zawiera mniej wolnych fenolokwasów, natomiast ok. 10-20% więcej w formie związanej (29). Wśród wolnych fenolokwasów dominującymi są: kwas kawowy, chlorogenowy, p-kumarowy, ferulowy oraz inne, towarzyszące im w znacznie niższych ilościach (tab. 1). Badania polskiej odmiany hodowlanej Wojtek wykazały obecność procyanidyny B₂ oraz kwasu dikawoilochinowego w owocach, co jest pierwszym doniesieniem na temat obecności tych związków w jagodach wiciokrzewu siniego (30). Obecność kwasów kawoilochinowych potwierdzono również w gatunku *Lonicera japonica*, którego pączki kwiatowe są surowcem o działaniu przeciwprzeziębieniowym w tradycyjnej medycynie chińskiej (31).

Oprócz fenolokwasów, w kwiatach wiciokrzewów *Lonicerae flos* stanowiących według Farmakopei Chińskiej mieszaninę kwiatów różnych gatunków, w tym *L. japonica*, zidentyfikowano szereg saponin i glikozydów irydoidowych, które wydają się być związkami charakterystycznymi dla gatunków z rodzaju *Lonicera* (32). Dotychczas jedynie Anikina i wsp. (33) donoszą o obecności irydoidów w owocach *L. caerulea*, jednak brak jest szczegółowych danych.

Owoce jagody kamczackiej są źródłem witaminy C i zawierają od 30,5 do 186,6 mg kwasu askorbinowego na 100 g ś.m. (7, 19), co jest porównywalne do zawartości witaminy C w owocach czerwonej porzeczki (25,6-40,0 mg/100 g ś.m.) (27), pomarańczy (54,0 mg/100 g ś.m.) (34) czy owocach kiwi (29,0-80,0 mg/100 g ś.m.) (35), uznanych za bogate źródła witaminy C. Ponadto owoce wiciokrzewu zawierają witaminy z grupy B, magnez, fosfor, wapń i potas (4).

Aktywność przeciwutleniająca

Reaktywne formy tlenu (ang. *reactive oxygen species* – ROS) są fizjologicznym produktem metabolizmu i pełnią ważną rolę w sygnalizacji komórkowej w odpowiedzi na czynniki środowiskowe. Są wytwarzane przez komórki układu odpornościowego migrujące do objętego stanem zapalnym miejsca, powodując przemieszczanie do miejsca zapalenia również innych

komórek układu immunologicznego. Odpowiedź zapalna indukowana stresem oksydacyjnym poprzez kaskady sygnalizacyjne może prowadzić do aktywacji wielu czynników transkrypcyjnych, takich jak NF- κ B (ang. *nuclear factor kappa B*), pośredniczących w aktywacji rozlicznych czynników prozapalnych, jak TNF- α (ang. *tumor necrosis factor-alfa*), interleukiny (IL-1, IL-2, IL-6), cyklooksygenaza (COX-2), syntaza tlenu azotu (NOS) i prostaglandyna E₂ (PGE₂).

Krótkotrwały stan zapalny może być korzystny dla organizmu, stanowiąc jeden z elementów kontrolujących sprawność i funkcjonowanie mechanizmu odpornościowego. Natomiast utrzymujący się dłużej stres oksydacyjny i towarzyszący mu stan zapalny prowadzą do uszkodzenia zdrowych komórek oraz zmian w ich funkcjonowaniu – w konsekwencji implikując wiele przewlekłych chorób, jak cukrzyca, nadciśnienie tętnicze, choroby układu krążenia czy nowotwory.

Roślinne substancje przeciwutleniające uważane są za jeden z najbardziej efektywnych czynników przeciwrodnikowych (ROS) (39), i to z ich zawartością wiąże się wiele korzystnych efektów biologicznych przypisywanych surowcom roślinnym. Antocyjany stanowią grupę polifenoli dobrze scharakteryzowaną w zakresie ich właściwości przeciwutleniających (40).

Badania aktywności przeciwutleniającej surowców roślinnych z wykorzystaniem testów: DPPH (test z użyciem 2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylu), ORAC (ang. *Oxygen Radical Absorbance Capacity*), TEAC (ang. *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*) i FRAP (ang. *Ferric Reducing Antioxidant Power*) stanowią obecnie jeden z podstawowych elementów oceny ich aktywności biologicznej. Opierają się one na analizie zdolności obecnych w materiale roślinnym związków do dezaktywacji wolnych rodników (41). W testach przeciwutleniających wyniki wyrażane są najczęściej jako ekwiwalenty troloksu (μ mol TE) bądź jako ekwiwalenty kwasu askorbinowego (g AAE), w zależności od tego, który ze związków użyto jako standard (42). W teście DPPH aktywność wyrażana jest wartością EC₅₀, określającą stężenie substancji przeciwutleniającej powodującej spadek początkowego stężenia rodnika o 50% (41).

Ekstrakt z owoców *L. caerulea* redukował 85% rodnika DPPH w badanej próbie i był skuteczniejszy od ekstraktu z owoców pomidora (43%), rokitnika zwyczajnego (74%) oraz kwasu askorbinowego, jako związku odniesienia (51%) (43). Dla owoców odmiany *L. caerulea* Wojtek w teście DPPH wartość EC₅₀ wynosiła 109,5 μ g/ml i była niższa od wartości EC₅₀ owoców derenia jadalnego (44), kiwi (45) czy śliwy tarniny (EC₅₀ > 100 μ g/ml ekstraktu) (46).

Ekstrakty z różnych odmian *L. caerulea* var. *kamtchatica* zebrane na terenie Republiki Czeskiej wykazywały zdolność przeciwutleniającą w zakresie od 6,59 do 10,17 g AAE/kg ś.m., co stanowi wyższe wartości od oznaczonych dla owoców czereśni (0,9 g AAE/kg ś.m.) oraz śliwki domowej (6 g AAE/kg ś.m.) (21). Potencjał przeciwutleniający owoców *L. caerulea* w testach ORAC wynosił od 31,04 do 41,14 $\mu\text{mol TE/g}$ ś.m. (21), natomiast od 7,57 do 113 $\mu\text{mol TE/g}$ ś.m. w teście FRAP (47). W teście TEAC owoce *L. caerulea* ujawniły najwyższą aktywność przeciwutleniającą (9,55 $\mu\text{mol TE/100 g}$ ś.m.) spośród 13 badanych owoców jagodowych, osiągając średnio dwu- lub trzykrotnie wyższe wartości (18).

Rupasinghe i wsp. (22) badali zdolność przeciwutleniającą owoców *L. caerulea*, stosując trzy testy: ORAC, DPPH i FRAP. Z dwóch zastosowanych testów owoce *L. caerulea* wykazywały najsilniejsze właściwości przeciwutleniające w porównaniu do innych owoców jagodowych, jak owoce borówki wysokiej, jeżyny, truskawki i czerwonej maliny. Wyjątkiem był test DPPH, w którym dla owoców maliny, jeżyny i truskawki odnotowano silniejszą aktywność przeciwutleniającą niż dla owoców *L. caerulea*.

Badania aktywności przeciwutleniającej ekstraktów z *L. caerulea* ujawniły, że owoce tej rośliny charakteryzują się silniejszymi właściwościami przeciwutleniającymi od pozostałych owoców jagodowych powszechnie uważanych za efektywne przeciwutleniacze. Ograniczeniem stosowania wymienionych testów przeciwutleniających są trudności w porównywaniu otrzymywanych wyników oraz ich korelacji z efektem biologicznym (2). Niektóre testy mogą zaniżać aktywność przeciwutleniającą (np. TEAC w porównaniu do ORAC) (48), natomiast inne wymagają użycia wielokrotnie wyższego stężenia ekstraktu niż to, które jest osiągnięte w organizmie (ORAC) (2).

Niemniej stosowane testy stanowią cenne źródło informacji o zdolności przeciwutleniającej ekstraktów roślinnych. Uwzględniając związek między rozwojem chorób cywilizacyjnych a długotrwałym stresem tlenowym, silne właściwości przeciwutleniające jagód wiciokrzewu mogą wskazywać na potencjalne znaczenie tego surowca nie tylko w profilaktyce, ale również w terapii wielu chorób (49).

Aktywność przeciwzapalna

Przeciwzapalne efekty ekstraktu z owoców *L. caerulea* oceniono na kilku modelach *in vitro* oraz *in vivo*. Polifenolowy ekstrakt z owoców *L. caerulea* (zawartość antocyjanów 18,5%) ograniczał uszkodzenia komórek w warunkach stresu tlenowego w hodowlach *in vitro* szczurzych mikrosomów, hepatocytów oraz komórek

śródbłonka naczyniowego izolowanych z ludzkiej żyły pępowinowej (HUVEC), poprzez hamowanie peroksydacji lipidów (LDL) (50). Polifenolowy ekstrakt zawierający 77% antocyjanów, dodany do hodowli fibroblastów działa indukowanych prozapalnie, obniżał produkcję ROS i peroksydację lipidów, stymulując aktywność peroksydazy glutationowej oraz ograniczając ekspresję wielu czynników prozapalnych, takich jak TNF- α , COX-2 czy IL-6 (51).

W indukowanym LPS zapaleniu naczyń oka u szczurów dożylnie podawanie ekstraktu obniżało poziomy NO, TNF- α oraz PGE₂ w cieczy wodnistej oka i hamowało ekspresję NF- κ B. Ponadto odnotowano korzystniejszy wynik badania histologicznego tkanek oka. Podobne wyniki otrzymano w modelu *in vitro* mysich makrofagów RAW264.7, obserwując jednocześnie obniżenie ekspresji iNOS oraz COX-2. Dla pojedynczych związków – antocyjanów (3-O-glukozyd cyjanidyny oraz 3-O-rutynozyd cyjanidyny) oraz kwasu chlorogenowego – nie wykazano wpływu na regulację poziomów mediatorów zapalenia w komórkach lub był on bardzo niewielki (52).

Aktywność przeciwdrobnoustrojowa

W badaniach przesiewowych ekstraktów z owoców odmiany Wojtek wykazano aktywność przeciwdrobnoustrojową wobec 13 szczepów chorobotwórczych bakterii. Aktywność bakteriobójczą obserwowano dla stężeń ekstraktu w granicach od 8 do 64 mg/ml. Szczepy *Corynebacterium diphtheriae* i *Moraxella catarrhalis* były najbardziej wrażliwe na działanie wodnoalkoholowego ekstraktu z owoców (MBC = 8 mg/ml). Obserwowano również działanie przeciwbakteryjne ekstraktu wobec *Neisseria meningitidis* w stężeniu 1 mg/ml (30).

W innym badaniu wodne ekstrakty z owoców wiciokrzewu wykazywały aktywność bakteriobójczą wobec *Bacillus subtilis*, *Kocuria rhizophila* oraz *Campylobacter jejuni*, natomiast etanolowe ekstrakty wobec *Escherichia coli* (43). Dodatkowo ekstrakt oraz frakcja fenolowa z *L. caerulea* działały przeciwadhezyjnie wobec bakterii *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* oraz *Streptococcus mutans*. Adhezja jest niezbędnym elementem kolonizacji i rozwoju zakażenia, zwłaszcza w chorobach jamy ustnej, przewodu pokarmowego oraz układu moczowego, dlatego ograniczanie adhezji bakterii może być skuteczną formą zapobiegawczą, podobnie jak działanie bakteriobójcze (19).

Działanie przeciwcukrzycowe

Zaburzenia metabolizmu glukozy i lipidów, spowodowane niewłaściwą dietą, zwiększają ryzyko chorób

układu krążenia oraz cukrzyca. Dodatek ekstraktu z *L. caerulea* do pokarmu szczurów z dietą wysoko-cukrową (dawka 327 mg antocyjanów/g masy ciała) powodował normalizację poziomów glukozy i lipidów we krwi, przeciwdziałając hiperlipidemii, hiperinsulinemii i insulinooporności obserwowanym w grupie zwierząt nieotrzymujących ekstraktu (53).

Działanie radioochronne

Antocyjany wyizolowane z *L. caerulea* podawane dożyłkowo myszom przez okres dwóch tygodni wykazały działanie radioochronne przy dawce promieniowania 5 Gy obejmującej powierzchnię całego ciała. Mechanizm działania radioochronnego opierał się prawdopodobnie na eliminacji wolnych rodników ponadtlennokowych, co obserwowano jako obniżony poziom dialdehydu malonowego oraz zwiększoną aktywność dysmutazy ponadtlennokowej i glutationowej w komórkach wątroby (54).

Ochrona przed promieniowaniem UV

Promieniowanie UV jest czynnikiem środowiskowym w patogenezie chorób skóry i może powodować proces nowotworowy, wywołując stan stresu oksydacyjnego oraz powiązanego z nim stanu zapalnego i uszkodzenia DNA (55).

Efekt ochronny antocyjanowego ekstraktu z *L. caerulea* wobec promieniowania UV-A (56) oraz UV-B (55) obserwowano w modelach *in vitro* ludzkich keratynocytów. Działanie ochronne wyrażało się ograniczeniem peroksydacji lipidów, uszkodzeń DNA oraz obniżeniem poziomu reaktywnych form tlenu i azotu w hodowlach komórkowych (55, 56). Efekt ten potwierdzono w badaniu *in vivo* na bezwłosych myszach SKH-1, których dietę suplementowano 10% dodatkiem ekstraktu z owoców *L. caerulea*, co skutkowało częściową ochroną przed promieniowaniem UV-B, głównie w zakresie regulowania aktywności enzymów z grupy oksydoreduktaz (57).

Badania kliniczne

Badania na hodowlach komórkowych oraz modelach *in vivo* umożliwiają przewidywanie efektu biologicznego, a także bezpieczeństwa i toksyczności produktów pochodzenia roślinnego, jakkolwiek nie gwarantują, że wystąpią one u ludzi (58). Dodatkowym ograniczeniem jest wciąż niepełna wiedza o procesach metabolizmu w organizmie ludzkim substancji roślinnych, w tym polifenoli oraz ich produktach końcowych i formach, w jakich docierają do miejsca działania (59).

Dotychczas przeprowadzono badanie kliniczne oceniające wpływ konsumpcji owoców *L. caerulea* na

niektóre parametry osocza (60). Przez okres jednego tygodnia badana grupa 10 zdrowych ochotników spożywała 165 g świeżych owoców dziennie (ok. 208 mg antocyjanów). Po tym czasie badano stężenie kwasów fenolowych i organicznych jako produktów metabolizmu polifenoli w moczu. Obserwowano znaczny wzrost stężenia szeregu fenolokwasów, m.in. benzoesowego, protokatechowego, wanilinowego, *p*-kumarowego i ferulowego oraz kwasu hipurowego w moczu w porównaniu do poziomu tych związków w fazie początkowej eksperymentu. Odnotowano również wyższe stężenia enzymów z grupy oksydoreduktaz w osoczu, jednak ogólny status przeciwutleniający osocza pozostał bez zmian. Metabolizm i ocena parametrów przeciwutleniających po spożyciu antocyjanów z owoców wiciokrzewu wymaga dalszych badań.

Podsumowanie

Owoce *L. caerulea* są owocami wykorzystywanymi głównie lokalnie, lecz ich popularność stopniowo wzrasta. Są bogatym źródłem polifenoli, spośród których antocyjany stanowią dominującą grupę. Działanie biologiczne owoców wiciokrzewu siniego w dużym stopniu wiąże się z ich wysokim potencjałem przeciwutleniającym, a ich prozdrowotne właściwości wymagają weryfikacji w dalszych badaniach klinicznych.

Piśmiennictwo

1. Thompson MM. Introducing Haskap, Japanese blue honeysuckle. *J Am Pomolog Soc* 2006; 60(4):164-8.
2. Celli GB, Ghanem A, Brooks MSL. Haskap berries (*Lonicera caerulea* L.) – a critical review of antioxidant capacity and health-related studies for potential value-added products. *Food Bioprocess Technol* 2014; 7(6):1541-54.
3. Liu C, Zheng X, Shi J i wsp. Optimising microwave vacuum puffing for blue honeysuckle snacks. *Intern J Food Sci Technol* 2010; 45(3):506-11.
4. Svarcova I, Heinrich J, Valentova K. Berry fruits as a source of biologically active compounds: the case of *Lonicera caerulea*. *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký, Olomouc, Czechoslovakia* 2007; 151(2):163-74.
5. Hummer KE. Blue honeysuckle: A new berry crop for North America. *J Am Pomol Soc* 2006; 60(1):3-8.
6. Thompson MM, Barney DL. Evaluation and breeding of haskap in North America. *J Am Pomol Soc* 2007; 61(1):25-33.
7. Skupień K, Oszmiański L, Ochmian I i wsp. Characterization of selected physico-chemical features of blue honeysuckle fruit cultivar „Zielona”. *Pol J Natural Sci* 2007; 4:101-7.
8. Plekhanova MN. Blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) – A new commercial berry crop for temperate climate: Genetic resources and breeding. *Acta Horticult* 2000; 159-64.
9. Fukumoto LR, Mazza G. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *J Agric Food Chem* 2000; 48(8):3597-604.
10. Middleton JE. Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function. *Adv Exper Med Biol* 1998; 175-82.
11. Puupponen-Pimiä R, Nohynek L, Meier C i wsp. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *J Appl Microbiol* 2001; 90(4):494-507.
12. Doll R. An overview of the epidemiological evidence linking diet and cancer. *Proc Nutr Soc* 1990; 49(2):119-31.
13. Armstrong BK, Mann JI, Adelstein AM i wsp. Commodity consump-

- tion and ischemic heart disease mortality, with special reference to dietary practices. *J Chron Dis* 1975; 28(9):455-69. **14.** Ochmian I, Smolik M, Dobrowolska A i wsp. The influence of harvest date on fruit quality of several cultivars of blue honeysuckle berries. *Electron J Polish Agricult Univ* 2013; 16(1):1. **15.** Szot I, Wieniarska J. Effect of foliar applications of Goëmar® BM 86 and soil applied calcium nitrate on yield and berry quality of two blue honeysuckle cultivars. *Acta Scient Polon Hortor Cult* 2012; 11(1):133-44. **16.** Kusznerewicz B, Piekarska A, Mrugalska B i wsp. Phenolic composition and antioxidant properties of polish blue-berried honeysuckle genotypes by HPLC-DAD-MS, HPLC postcolumn derivatization with ABTS or FC, and TLC with DPPH visualization. *J Agric Food Chem* 2012; 60(7):1755-63. **17.** Thompson MM, Chaovanalikit A. Preliminary observations on adaptation and nutraceutical values of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) in Oregon, USA. *Acta Horticult* 2003; 65-72. **18.** Bakowska-Barczak AM, Marianchuk M, Kolodziejczyk P. Survey of bioactive components in Western Canadian berries. *Canad J Physiol Pharmacol* 2007; 85(11):1139-52. **19.** Palíková I, Heinrich J, Bednář P i wsp. Constituents and antimicrobial properties of blue honeysuckle: A novel source for phenolic antioxidants. *J Agric Food Chem* 2008; 56(24):11883-9. **20.** Lefèvre I, Ziebel J, Guignard C i wsp. Evaluation and comparison of nutritional quality and bioactive compounds of berry fruits from *Lonicera caerulea*, *Ribes* L. species and *Rubus idaeus* grown in Russia. *J Berry Res* 2011; 1(3):159-67. **21.** Rop O, Řezníček V, Mlček J i wsp. Antioxidant and radical oxygen species scavenging activities of 12 cultivars of blue honeysuckle fruit. *Horticult Sci* 2011; 38(2):63-70. **22.** Rupasinghe HPV, Yu LJ, Bhullar KS i wsp. Haskap (*Lonicera caerulea*): A new berry crop with high antioxidant capacity. *Canad J Plant Sci* 2012; 92(7):1311-7. **23.** Vasco C, Ruales J, Kamal-Eldin A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chem* 2008; 111(4):816-23. **24.** You Q, Wang B, Chen F i wsp. Comparison of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberries in selected cultivars. *Food Chem* 2011; 125(1):201-8. **25.** Lee J, Durst RW, Wrolstad RE. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *J AOAC Int* 2005; 88(5):1269-78. **26.** Chen L, Xin X, Zhang H i wsp. Phytochemical properties and antioxidant capacities of commercial raspberry varieties. *J Functional Foods* 2013; 5(1):508-15. **27.** Pantelidis GE, Vasilakakis M, Manganaris GA i wsp. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chem* 2007; 102(3):777-83. **28.** Skrede G, Wrolstad RE, Durst RW. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *J Food Sci* 2000; 65(2):357-64. **29.** Zadernowski R, Naczek M, Nesterowicz J. Phenolic acid profiles in some small berries. *J Agric Food Chem* 2005; 53(6):2118-24. **30.** Kula M, Majdan M, Radwańska A i wsp. Chemical composition and biological activity of the fruits from *Lonicera caerulea* var *edulis* "Wojtek". *Acad J Med Plants* 2013; 1(8):141-8. **31.** Gao W, Yang H, Qi LW i wsp. Unbiased metabolite profiling by liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry and multivariate data analysis for herbal authentication: Classification of seven *Lonicera* species flower buds. *J Chromatogr A* 2012; 1245:109-16. **32.** Qi LW, Chen CY, Li P. Structural characterization and identification of iridoid glycosides, saponins, phenolic acids and flavonoids in *Flos Lonicerae Japonicae* by a fast liquid chromatography method with diode-array detection and time-of-flight mass spectrometry. *Rapid Commu Mass Spectrom* 2009; 23(19):3227-42. **33.** Anikina EV, Syrchina AI, Vereshchagin AL i wsp. Bitter iridoid glucoside from the fruit of *Lonicera caerulea*. *Chem Nat Comp* 1988; 24(4):512-3. **34.** Szeto YT, Tomlinson B, Benzie IFF. Total antioxidant and ascorbic acid content of fresh fruits and vegetables: Implications for dietary planning and food preservation. *Brit J Nutr* 2002; 87(1):55-9. **35.** Nishiyama I, Yamashita Y, Yamanaoka M i wsp. Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other *Actinidia* species. *J Agric Food Chem* 2004; 52(17):5472-5. **36.** Gazdik Z, Krska B, Adam V i wsp. Electrochemical determination of the antioxidant potential of some less common fruit species. *Sensors* 2008; 8(12):7564-70. **37.** Deineka VI, Sorokopudov VN, Deineka LA i wsp. Anthocyanins from fruit of some plants of the *Caprifoliaceae* family. *Chem Nat Comp* 2005; 41(2):162-4. **38.** Chaovanalikit A, Thompson MM, Wrolstad RE. Characterization and quantification of anthocyanins and polyphenolics in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.). *J Agric Food Chem* 2004; 52(4):848-52. **39.** Reuter S, Gupta SC, Chaturvedi MM i wsp. Oxidative stress, inflammation, and cancer: How are they linked? *Free Radical Biol Med* 2010; 49(11):1603-16. **40.** Robards K, Prenzler PD, Tucker G i wsp. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem* 1999; 66(4):401-36. **41.** Cybul M, Nowak R. Przegląd metod stosowanych w analizie właściwości antyoksydacyjnych wyciągów roślinnych. *Herba Pol* 2008; 54(1):68-78. **42.** Cao G, Alessio HM, Cutler RG. Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biol Med* 1993; 14(3):303-11. **43.** Raudsepp P, Anton D, Roasto M i wsp. The antioxidative and antimicrobial properties of the blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.), Siberian rhubarb (*Rheum rhaponticum* L.) and some other plants, compared to ascorbic acid and sodium nitrite. *Food Control* 2013; 31(1):129-35. **44.** Tural S, Koca I. Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) grown in Turkey. *Sci Horticult* 2008; 116(4):362-6. **45.** Fiorentino A, D'Abrosca B, Pacifico S i wsp. Identification and assessment of antioxidant capacity of phytochemicals from kiwi fruits. *J Agric Food Chem* 2009; 57(10):4148-55. **46.** Barros L, Carvalho AM, Morais JS i wsp. Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: Detailed characterisation in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. *Food Chem* 2010; 120(1):247-54. **47.** Rop O, Mlcek J, Jurikova T i wsp. Phenolic content, antioxidant capacity, radical oxygen species scavenging and lipid peroxidation inhibiting activities of extracts of five black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) cultivars. *J Med Plant Res* 2010; 4(22):2431-7. **48.** Zulueta A, Esteve MJ, Frígola A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. *Food Chem* 2009; 114(1):310-6. **49.** Huang D, Boin OU, Prior RL. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agric Food Chem* 2005; 53(6):1841-56. **50.** Palíková I, Valentová K, Oborná I i wsp. Protectivity of blue honeysuckle extract against oxidative human endothelial cells and rat hepatocyte damage. *J Agric Food Chem* 2009; 57(15):6584-9. **51.** Zdařilová A, Svobodová AR, Chytilová K i wsp. Polyphenolic fraction of *Lonicera caerulea* L. fruits reduces oxidative stress and inflammatory markers induced by lipopolysaccharide in gingival fibroblasts. *Food Chem Toxicol* 2010; 48(6):1555-61. **52.** Jin XH, Ohgami K, Shiratori K i wsp. Effects of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) extract on lipopolysaccharide-induced inflammation *in vitro* and *in vivo*. *Exper Eye Res* 2006; 82(5):860-7. **53.** Jurgoński A, Juśkiewicz J, Zduńczyk Z. An anthocyanin-rich extract from Kamchatka honeysuckle increases enzymatic activity within the gut and ameliorates abnormal lipid and glucose metabolism in rats. *Nutrition* 2013; 29(6):898-902. **54.** Zhao H, Wang Z, Ma F i wsp. Protective effect of anthocyanin from *Lonicera caerulea* var. *edulis* on radiation-induced damage in mice. *Inter J Molecular Sci* 2012; 13(9):11773-82. **55.** Svobodová A, Zdařilová A, Vostálová J. *Lonicera caerulea* and *Vaccinium myrtillus* fruit polyphenols protect HaCaT keratinocytes against UVB-induced phototoxic stress

and DNA damage. *J Dermatol Sci* 2009; 56(3):196-204. **56.** Svobodová A, Rambousková J, Walterová D i wsp. Protective effects of phenolic fraction of blue honeysuckle fruits against UVA-induced damage to human keratinocytes. *Archiv Dermatol Res* 2008; 300(5):225-33. **57.** Rajnochová Svobodová A, Galandáková A i wsp. Effects of oral administration of *Lonicera caerulea* berries on UVB-induced damage in SKH-1 mice. A pilot study. *Photochem Photobiol Sci* 2013; 12(10):1830-40. **58.** Lundquist S, Renftel M. The use of *in vitro* cell culture models for mechanistic stu-

dies and as permeability screens for the blood-brain barrier in the pharmaceutical industry – Background and current status in the drug discovery process. *Vasc Pharmacol* 2002; 38(6):355-64. **59.** Williams RJ, Spencer JPE, Rice-Evans C. Flavonoids: Antioxidants or signalling molecules? *Free Radical Biol Med* 2004; 36(7):838-49. **60.** Heinrich J, Valentová K, Vacek J i wsp. Metabolic profiling of phenolic acids and oxidative stress markers after consumption of *Lonicera caerulea* L. fruit. *J Agric Food Chem* 2013; 61(19):4526-32.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 08.10.2015

zaakceptowano/accepted: 15.01.2016

Adres/address:

*prof. dr hab. Mirosława Krauze-Baranowska

Katedra Farmakognozji z Ogrodem Roślin Leczniczych

GUMed

Al. Gen. J. Hallera 107, 80-416 Gdańsk

tel./fax.: +48 (58) 349-19-60

e-mail: krauze@gumed.edu.pl