

IWONA SZOT, TOMASZ LIPA, BOŻENA SOSNOWSKA

JAGODA KAMCZACKA – WŁAŚCIWOŚCI PROZDROWOTNE OWOCÓW I MOŻLIWOŚCI ICH ZASTOSOWANIA

Streszczenie

W pracy omówiono właściwości prozdrowotne jagody kamczackiej. Zwrócono uwagę na właściwości przeciwutleniające owoców. Scharakteryzowano substancje bioaktywne o właściwościach antyoksydacyjnych obecne w jagodach, zwłaszcza fenolokwasy, flawonoidy i witaminę C. Omówiono zależność składu chemicznego owoców od czynników genetycznych, klimatycznych i zastosowanych zabiegów uprawowych. Podkreślono łatwość uprawy jagody kamczackiej ze względu na małe wymagania siedliskowe, nieskomplikowaną pielęgnację, niezawodność w plonowaniu oraz odporność na patogeny. Celowość szerszej jej uprawy uzasadniono różnorodnymi możliwościami zastosowania owoców w żywieniu człowieka.

Słowa kluczowe: właściwości przeciwutleniające owoców, mało znane rośliny sadownicze, substancje bioaktywne

Wprowadzenie

Jagoda kamczacka to nazwa rośliny owocodajnej, pochodzącej przede wszystkim od gatunków *Lonicera kamtschatica* oraz *Lonicera caerulea* (syn. *Lonicera caerulea* var. *edulis*), *Lonicera altaica* pochodzących z Rosji oraz *Lonicera caerulea* var. *emphylocalyx* z Hokkaido w Japonii [1, 54]. Polska nazwa gatunku – jagoda kamczacka – ma wiele synonimów (wiciokrzew siny, suchodrzew jadalny, suchodrzew siny, suchodrzew błękitny, lonicera, borówka kamczacka) [14, 22].

Owoce jest mięsista, wydłużona, wielonasienna niby-jagoda o fioletowoczarnej barwie, pokryta niebieskim, woskowym nalotem. Ma kształt kubkowaty, owalny lub walcowato-elipsoidalny. Osiąga długość 1,5 ÷ 2,5 cm i szerokość do 1 cm. Tylko od

Dr I. Szot, dr T. Lipa, Katedra Sadownictwa, Wydz. Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy, ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin, dr B. Sosnowska, Katedra Biotechnologii, Żywności Człowieka i Towaroznawstwa Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin. Kontakt: szoti@autograf.pl

gatunków *Lonicera kamtschatica* i *Lonicera edulis* pochodzą odmiany o smacznych owocach w typie borówki amerykańskiej czy borówki czernicy. Są soczyste, mają słodko-kwaśny smak. Natomiast owoce z krzewów odmian mających w swym rodowodzie *Lonicera altaica* mogą charakteryzować się wyraźną cierpkością i goryczką. Średnia masa 100 owoców wynosi 115,57 g, jędrność – 198 G/mm, zawartość suchej masy w owocach – 14,64 %, a ekstrakt ogólny – 10,67 %. Kwasowość owoców (w przeliczeniu na kwas cytrynowy) wynosi 2,98 g/100 g, a zawartość cukrów ogółem – 5,50 g/100 g [50].

Celem pracy było przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat właściwości prozdrowotnych owoców jagody kamczackiej oraz możliwości zastosowania owoców.

Składniki owoców jagody kamczackiej o właściwościach prozdrowotnych

Obserwuje się zainteresowanie owocami gatunków rzadko dotychczas uprawianych lub pozyskiwanych ze środowisk naturalnych, zwłaszcza o ciemnej skórce, charakteryzującymi się działaniem przeciwutleniającym [20; 56]. Szczególnie podkreśla się zdolność naturalnie występujących związków przeciwutleniających do neutralizowania aktywności wolnych rodników. W szerokim znaczeniu przeciwutleniacze obejmują wszystkie rodzaje substancji hamujących reakcje z tlenem lub ozonem, względnie działających pośrednio poprzez wiązanie niektórych prooksydantów [9]. Wśród antyoksydantów występujących w roślinach szczególną rolę przypisuje się związkom fenolowym. Polifenole są to wtórne metabolity roślinne o bardzo zróżnicowanej strukturze, masie cząsteczkowej i właściwościach fizycznych, biologicznych i chemicznych. Ze względu na strukturę podstawowego szkieletu węglowego wyróżniono cztery grupy związków fenolowych: fenolokwasy, flawonoidy, stilbeny i lignany [36]. Fenolokwasy w roślinach występują głównie w formie związanej, jako składowe lignin i tanin hydrolizujących, w postaci estrów oraz glikozydów. Kwasy hydroksycynamonowe występują najczęściej w połączeniach estrowych, podczas gdy kwasy hydroksybenzoesowe są obecne w roślinach głównie jako glikozydy. Zdolność grupy karboksylowej do odbierania elektronu ma niekorzystny wpływ na właściwości donorowe hydroksybenzoesanu, dlatego też pochodne kwasu cynamonowego są bardziej efektywnymi przeciwutleniaczami niż pochodne kwasu benzoesowego [25]. Wśród różnych gatunków owoców o ciemnej skórce dużą aktywnością przeciwutleniającą i jednocześnie wysoką koncentracją polifenoli, w tym antocyjanów, wyróżniają się owoce jagody kamczackiej. Chaovanalikit i wsp. [4] podają, że owoce jagody kamczackiej są doskonałym źródłem polifenoli, porównywalnym do owoców *Vaccinium*, *Rubus* i *Ribes*. W jagodach stwierdzono dużą ilość polifenoli ogółem (429,8 mg kwasu galusowego w 100 g). W owocach jagody kamczackiej, wśród frakcji fenolowej, wyodrębniono kwas chlorogenowy (0,42 %), kawowy (0,14 %) i ferulowy (0,10 %) [29, 30, 38, 48, 53]. Największą i najbardziej zróżnicowaną grupę związków fenolowych znajdujących się w roślinach

nach stanowią flawonoidy [19, 44]. Występują one jako wolne cząsteczki – aglikony lub w formie związanej z cukrami – glikozydy. W zależności od położenia pierścienia fenolowego i stopnia utleniania pierścienia piranowego flawonoidy podzielono na następujące klasy: flawony, flawanony, flawan-3-ole (katechiny i proantocyjanidyny), izoflawony, antocyjany oraz chalkony [16]. Jusev i Plekhanova [13] dowiedli, że zawartość kwasu chlorogenowego i jego izomerów w dużym stopniu zależy od gatunku i zawiera się w przedziale od 33,10 (*Lonicera caerulea*) do 99,30 mg/100 g (*Lonicera boczkarnikowae*). Natomiast Jurikova i wsp. [12] stwierdzili, że frakcja fenolowa w owocach *Lonicera kamschatica* stanowi około 3,5 % świeżej masy, natomiast w przypadku *Lonicera edulis* – 0,4 ÷ 1,5 %. Pokorna-Jurikova i Matuskovic [39] określili, że jagody *Lonicera edulis* mają więcej antocyjanów (w skórce 9,25 ÷ 17,7 g/kg i w miąższu 1,71 ÷ 9,68 g/l) w stosunku do *Lonicera kamschatica* (w pulpie 8,72 ÷ 15,99 g/kg i soku 0,61 ÷ 6,32 g/l). Plekhanova i wsp. [37] wśród flawonoidów oznaczonych w owocach jagody kamczackiej wyodrębnili: 3-*O*-rutynozyd kwercetyny, 3-*O*-ramnoglukozyd kwercetyny, 7-*O*-rutynozyd luteoliny, 7-*O*-glukozyd luteoliny, diosminy, proantocyjanidyny i katechiny. W owocach jagody kamczackiej Petrova [35] wyodrębniła 47 mg/100 g glikozydów flawonowych, takich jak: luteino-glukozyd (8,2 ÷ 10,3 mg/100 g), luteino-7-*O*-ramnoglukozyd i 5,3 dioksy-4 metoksyrutynozyd. Dużą zawartością rutyny (27 ÷ 48 mg/100 g) charakteryzowały się owoce *Lonicera iliensis* i *Lonicera boczkarnikowae*, jak też różnych form pochodzących od *Lonicera kamschatica*. Kwercetyna w ilościach powyżej 10 mg/100 g występowała tylko w owocach *Lonicera edulis*, a w śladowych ilościach (1,3 ÷ 7,0 mg/100 g) – w różnych formach pochodzących od *Lonicera caerulea* [28]. Flawan-3-ole występują w postaci monomerów (katechin), jak i polimerów (proantocyjanidyn). W owocach jagody kamczackiej przeważają proantocyjanidyny, które występują w ilościach 195 ÷ 772 mg/100 g [38], natomiast katechiny – 122 ÷ 625 mg/100 g [13]. Aczkolwiek w owocach pochodzących od tetraploidalnej *Lonicera caerulea* występuje więcej katechin niż w diploidalnych *Lonicera edulis* i *Lonicera iliensis*. Zawartość flawonoidów w owocach zależy od gatunku i naturalnego miejsca występowania roślin (tab. 1).

Wśród flawonoidów ważną klasę stanowią antocyjany, które są pochodnymi kationu flawyliowego – 2-fenylobenzopiryliowego, który może występować w formie karbonowej lub bardziej rozpowszechnionej – oksoniowej [45]. W produktach naturalnych antocyjany występują najczęściej w postaci mono-, di- lub triglikozydów [46]. Owoce jagody kamczackiej są bogatym źródłem antocyjanów [26], głównie cyjanidyno-3-*O*-glukozydu (79 ÷ 88 %). W znacznie mniejszych proporcjach występują też: cyjanidyno-3-*O*-rutynozyd (1 ÷ 11 %), cyjanidyno-3,5-*O*-diglikozyd (2,2 ÷ 6,4%), peonidyno-3-*O*-glukozyd (2,8 ÷ 4,4 %), peonidyno-3-*O*-rutynozyd (0,3 ÷ 1,3 %) i pe-largonidyno 3-*O*-glikozyd (0,2 ÷ 1,0 %) [4]. Mariassyova i wsp. [24] zbadali

Tabela 1. Zawartość flawonoidów w jagodach różnych gatunków z rodzaju *Lonicera*.Table 1. Flavonoids content in berries of different *Lonicera* species.

Gatunek Species	Stanowisko naturalnego wy- stępowania Geographic origin	Zawartość [mg/100 g] / Content [mg/100 g]					
		Wolne katechiny Free catechins	Procyanidyny Procyanidins	Rutyna Rutin	Izokwercetyna Isoquercetin	Kwercetyna Quercetin	7-o Glikozyd luteoliny 7-o Luteolin glucoside
<i>L. caerulea</i>	Kamczatka Kamtschatka	244	400	7,2	9,1	2,8	11,6
	Wyspy Kurylskie Kuril Islands	225	252	8,8	8,8	0	10,0
	Rejon Primorski Primorsky District	625	694	16,6	7,2	0	9,5
	Wschodnie Góry Syan Eastern Sayan Mountains	528	664	0	7	1,0	10,2
	Kirgistan Kyrgyzstan	322	536	8,0	11,1	2,8	6
	Karelia Karelia	302	423	11,0	4,1	0	6,5
<i>L. edulis</i>	Zabajkale Transbaikalia	182	436	11,6	11,9	10,5	0
<i>L. boczkarni- kowae</i>	Rejon Primorski Primorsky District	429	772	27,4	10,8	0	0
<i>L. iliensis</i>	Kazachstan Kazakhstan	122	195	48,6	8,9	0	13,6
<i>L. villosa</i>	Kanada Canada	240	232	7,7	6,2	0	4,7

Źródło: / Source: [12]

owoce *Lonicera edulis* i określili udział poszczególnych antocyjanów: cyjanidyno-3-glikozydu, cyjanidyno-3,5-diglikozydu i peonidyno-3-diglikozydu odpowiednio jako 89 : 4 : 7. Badacze wskazują, że głównymi antocyjanami występującymi w jagodzie kamczackiej są glikozydy i rutynozydy cyjanidyny, peonidyny, delfidyny i pelargonidyny [5]. Antocyjany występują przeważnie w zewnętrznej części owoców i w przypadku jagody kamczackiej stwierdzono, znacznie większą ich zawartość

w skórce (12,28 g/kg) niż w miąższu z sokiem (4,34 g/l). Zawartość antocyjanów w owocach jagody kamczackiej jest porównywalna do zawartości w bzie czarnym odmiany 'Hasberg', aronii odmiany 'Nero' [42], przez co stanowi najbogatsze źródło tych składników wśród owoców gatunków sadowniczych mniej znanych, takich jak: morwa, dereń jadalny i jarzębina [34].

Owoce jagody kamczackiej są też dobrym źródłem witaminy C. Jej zawartość w owocach waha się od 48,4 do 66,1 mg/100 g, w zależności od odmiany i sezonu badań [50].

Miarą właściwości przeciwutleniających owoców jest ich potencjał przeciwutleniający, który zależy od stężenia wszystkich związków przeciwdziałających procesom utleniania oraz aktywność enzymów antyoksydacyjnych [42, 58]. Mechanizm przeciwutleniający jest wielokierunkowy, przy czym podkreśla się zwłaszcza zdolność przeciwutleniaczy do wygaszania wolnych rodników i reaktywnych form tlenu (ROS), które działają niszcząco na struktury komórkowe i tkankowe. Porównanie właściwości przeciwutleniających roślin jest trudne, gdyż badacze stosują różne metody ich oznaczania. Owoce roślin z rodzaju *Lonicera* charakteryzują się wysoką pojemnością przeciwutleniającą przede wszystkim ze względu na dużą zawartość polifenoli, w tym antocyjanów. Owoce jagody kamczackiej (*Lonicera kamtschatica*), wśród owoców z roślin sadowniczych mniej znanych (morwa czarna *Morus nigra*, dereń jadalny (*Cornus mas*), jeżyna (*Rubus fruticosus*), tarnina (*Prunus spinosa*) i jarzębina (*Sorbus aucuparia*), charakteryzują się największą zawartością antocyjanów (8,58 ÷ 19,8 mg/kg) [34]. Gazdik i wsp. [7] potwierdzili, że kwasy fenolowe i flawonoidy decydują o właściwościach przeciwutleniających jagody kamczackiej. Thompson i Chaovanalikit [55] określili, że pojemność wiązania rodników tlenowych (ORAC) owoców jagody kamczackiej (*Lonicera caerulea*) mieści się w zakresie 18 ÷ 104 μmol Troloxu na gram świeżej masy, natomiast aktywność redukcyjna FRAP wynosi 37 ÷ 113 μmol Troloxu na gram świeżej masy, podczas gdy aktywność redukcyjna FRAP owoców takich roślin, jak: borówka brusznica (*Vaccinium vitis-idaea*), borówka czernica (*Vaccinium myrtillus*), malina właściwa (*Rubus idaeus*), poziomka pospolita (*Fragaria vesca*) i żurawina błotna (*Oxycoccus palustris*) zawiera się w przedziale 3,14 ÷ 9,88 mmol na 100 gramów świeżej masy [57].

Skład chemiczny owoców jest uzależniony od cech genetycznych roślin. Zaobserwowano, że owoce odmiany 'Duet' w stosunku do 'Atut' charakteryzują się większą masą i zawartością cukrów, natomiast mniejszą zawartością suchej masy, antocyjanów, witaminy C i kwasowością [51].

Czynniki wpływające na zmienność składu chemicznego owoców

Skład chemiczny owoców może zależeć od terminu zbioru [27], co wykazano w doświadczeniu przeprowadzonym przez Skupień i wsp. [48] na jagodzie kamczac-

kiej odmiany ‘Czarna’ oraz odmianie N o nieustalonym filogenetycznie pochodzeniu. Owoce zbierano kilkakrotnie w miarę dojrzewania, określano masę 100 owoców, mierzono ich jędrność oraz oznaczano zawartość ekstraktu, kwasów, polifenoli i witaminy C. Owoce zbierane później były większe, charakteryzowały się innym składem chemicznym w porównaniu z owocami zbieranymi na początku owocowania. W owocach z późniejszych zbiorów zawartość ekstraktu była większa, natomiast o około 20 % zmniejszyła się kwasowość ogólna. Zaobserwowano też znaczny wzrost zawartości polifenoli w owocach z późniejszych zbiorów. Większa zawartość antocyjanów w owocach dojrzewających na drzewach i bezpośrednio naświetlanych promieniami słonecznymi w porównaniu z owocami zerwanymi wcześniej i dojrzewającymi w magazynach wynika z fotochemicznej natury procesu syntezy antocyjanów. Manach i wsp. [23] zaobserwowali, że zawartość antocyjanów w owocach *Lonicera kamschatica* w ciągu dwóch tygodni dojrzewania wzrosła z 1,08 do 10,38 g/kg.

Na skład chemiczny mogą też wpływać zabiegi uprawowe, takie jak nawadnianie i nawożenie. Chociaż jagoda kamczacka nie jest wymagająca pod względem warunków glebowych, jednak nawożenie dogłębowe lub dolistne wpływa na poprawę wielkości i jakości plonów [50]. Jakość owoców może być ponadto modyfikowana warunkami klimatycznymi panującymi w danym sezonie wegetacyjnym [51]. Badając wpływ temperatury i wielkości opadów na rozwój owoców jagody kamczackiej dowiedziono, że temperatura jest najistotniejszym czynnikiem wpływającym na zawartość składników odżywczych w owocach, ich wzrost, dojrzewanie, a potem trwałość po zbiorze [37]. Skupień i wsp. [47] zauważyli, że wzrost masy, jak też średnicy owoców najintensywniej występowały tuż przed ich zbiorem, gdy temperatura powietrza była wyższa. Ponadto zawartość antocyjanów zależy od cech genetycznych poszczególnych odmian jagody kamczackiej [43].

Prozdrowotne właściwości owoców jagody kamczackiej

Na uwagę zasługuje duża zawartość wspomnianych polifenoli, w tym antocyjanów, które są wchłaniane w żołądku oraz w jelicie cienkim i mają działanie przeciwmiażdżycowe. Wykazano, że produkty bogate w antocyjany korzystnie wpływają na profil lipidowy i zmniejszają stres oksydacyjny [40, 49, 32]. Ponadto antocyjany z owoców jagody kamczackiej mogą wspomagać leczenie chorób oczu, gdyż zmniejszają kruchość naczyń włosowatych, polepszają przepuszczalność śródbłonna, normalizują niektóre dolegliwości wzroku, poprawiają adaptację oka do widzenia po zapadnięciu zmroku. Frakcja antocyjanowa owoców wykazuje specyficzną aktywność w obszarze relacji mikrokrążenie – tkanka. W schorzeniach ocznych, takich jak choroby siatkówki typu wirusowego, jaskra prosta oraz toksyczne niedowidzenie wyciąg z antocyjanów może łagodzić zmiany na poziomie naczyń siatkówki lub zapobiegać zmianom w polu widzenia [52].

Zawarte w jagodzie kamiczackiej antocyjany mają protekcyjne działanie w chorobach nowotworowych, gdyż są bardzo dobrymi czynnikami powodującymi wygaszanie wolnych rodników tlenowych, m.in. tlenu singletowego, anionorodnika ponadtlenowego, rodnika hydroksylowego [8]. Związane to jest z ich budową chemiczną charakteryzującą się obecnością grup hydroksylowych w pozycji 3 pierścienia C i w pozycji 3', 4' i 5' w pierścieniu B [41]. Ekstrakty antocyjanów uzyskane z owoców wykazują dużą aktywność antyproliferacyjną w komórkach nowotworowych różnych typów badań *in vitro*. Proliferacja komórkowa jest hamowana dzięki zdolności blokowania przez antocyjany różnych etapów cyklu komórkowego poprzez wpływ na białka regulatorowe (p53, p21, cyklina A), a także przez blokowanie szlaku przekazu sygnału kinazy białkowej aktywowanej mitogenem [59, 10].

Jagoda kamiczacka znajduje szerokie zastosowanie w leczeniu infekcji wirusowych i bakteryjnych. Ponadto, ze względu na właściwości odtruwające, owoce stosuje się przy zatruciach metalami ciężkimi, lekarswami oraz przy leczeniu schorzeń układu krwionośnego. Sokiem owoców można leczyć wrzody i liszaje, natomiast wywar poleca się do płukania jamy ustnej i gardła przy chorobach dziąseł, nieżytach, anginie [15]. Na Syberii i Dalekim Wschodzie dojrzałymi owocami leczy się opuchliny wodne. Jagody są bogate w związki wzmacniające naczynia krwionośne, działają przeciwzapalnie i przeciwsklerotycznie. W najnowszych badaniach potwierdzono także właściwości antyzapalne jagód [33, 11], a także łagodzące przy pokarmowych dolegliwościach alergicznych [21].

Możliwości wykorzystania owoców jagody kamiczackiej

Dojrzałe owoce można spożywać w stanie świeżym lub też wykorzystywać do produkcji soków, dżemów, nalewek, suszu i mrozonek. Mrożone mogą stanowić dodatek do deserów lodowych. Ze względu na zawartość cennych składników prozdrowotnych owoce jagody kamiczackiej mogą, podobnie jak borówka czernica (*Vaccinium myrtillus*) czy bez czarna (*Sambucus nigra*), stanowić składnik suplementów diety lub produktów leczniczych [17, 18].

Uzyskuje się z nich także naturalny, czerwony barwnik spożywczy. Jest to bardzo cenne, gdyż wzrosło zainteresowanie konsumentów żywnością barwioną jedynie naturalnymi barwnikami. Zmusza to producentów do rezygnowania z barwników syntetycznych i stosowania do barwienia żywności naturalnych barwników, m.in. antocyjanowych. Pewnym utrudnieniem jest niestabilność tego typu barwników. Barwniki wyekstrahowane z *Lonicera caerulea* mogą ulegać rozkładowi pod wpływem światła słonecznego, H₂O₂, Sn²⁺, Fe³⁺ i Cu²⁺ [6]. Bąkowska i wsp. [2] dowiedli jednak, że istnieje możliwość stabilizacji antocyjanów za pomocą kopigmentacji z flawonoidami. Przy czym barwnik cyjanidyno-3-*O*-glukozyd, pochodzący z jagody kamiczackiej (*Lonicera kamtschatica*) tworzy bardziej spontanicznie stabilniejsze kompleksy,

w porównaniu z kompleksami tworzonymi z cyjanidyno-3-*O*-rutynozydem z szakłaka (*Rhamnus catharticus* L.) lub z malwidyno-3-*O*-glukozydem z winogron. Różnice te można przypisać innym podstawnikom cukrowym w cząsteczce cyjanidyny. Porównanie kopigmentacji obu cyjanidyn z malwidyno-3-*O*-glukozydem wskazuje, że aglikon silniej wpływa na stabilność kompleksów antocyjan – kopigment niż podstawnik cukrowy. Obecność podstawników metylowych wpływa na większy efekt stabilizujący malwidyny niż cząsteczka glukozy. Bardzo dobre wyniki w stabilizacji barwnika antocyjanowego uzyskano przez kopigmentację flawonów tarczycy bajkalskiej, która wpływa ochronnie na antocyjany w wyłokach i umożliwia uzyskanie barwnika nawet o 1,5-krotnie większej zawartości antocyjanów. Flawony tarczycy bajkalskiej działają ochronnie w miazdze owocowej nie tylko na antocyjany, ale też fenolokwasy. Dodatek flawonów tarczycy wpływa na lepsze zachowanie barwy napojów po przechowywaniu [31]. Dowiedziono, że dodatek cukru, NaCl, kwasu cytrynowego i benzoianu sodu nie wpływa na barwniki występujące w *Lonicera edulis*, dzięki czemu mogą być one wykorzystywane do produkcji artykułów żywnościowych medycznych i w przemyśle kosmetycznym jako naturalny barwnik [6].

Podsumowanie

Jagoda kamczacka zasługuje na uwagę przede wszystkim ze względu na właściwości prozdrowotne. Owoce o silnym granatowym zabarwieniu charakteryzują się większą zawartością związków fenolowych niż owoce popularnych truskawek i malin. Także przetwory z tych owoców charakteryzują się większą aktywnością przeciwutleniającą w porównaniu z produktami z owoców o mniej intensywnym zabarwieniu skórki i miąższu.

Ze względu na przedstawione zalety jagody kamczackiej, m.in. łatwość jej uprawy, wytrzymałość na mróz zimą i przymrozki wiosną oraz bardzo wczesne dojrzewanie, ma szansę stać się wartościowym surowcem obok innych, np. róży [3] czy cennych roślin sadowniczych mało znanych. Nie bez znaczenia są także walory smakowe jagód i różnorodność ich wykorzystania w przetwórstwie.

Literatura

- [1] Baranec T., Poláčíková M., Košťál J.: Systematická botanika 1 vyd. SPU, Nitra 1988, p. 206.
- [2] Bąkowska A., Oszmiański J., Kucharska A.Z.: Charakterystyka parametrów termodynamicznych reakcji kopigmentacji antocyjanów z flawonoidami. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 2003, **2** (2), 57-65.
- [3] Buchwald W., Zieliński J., Mścisz A., Adamczak A., Mrozikiewicz P.M.: Aktualny stan i perspektywy badań róż owocowych. Herba Polon., 2007, **53** (1), 85-92.
- [4] Chaovanalikit A., Thompson M.M., Wrolstad R.E.: Characterization and quantification of anthocyanins and polyphenolics in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.). J. Agric. Food Chem., 2004, **52**, 848-852.

- [5] Cyganova I.: The genus *Lonicera* L. – a valuable genus resource for new crop. Plant Genetic Resources, 1st ed.: SPU, Nitra 1993, pp. 99-102.
- [6] Fu L.S., Okamoto H., Kataoka T., Shibata Y.: Color based classification for berries of Japanese Blue Honeysuckles. Int. J. Food Eng., 2011, **7**, 131-135.
- [7] Gazdik Z., Reznicek V., Adam V., Zitka O., Jurikova T., Krska B., Matuskovic J. Plsek J., Saloun J., Horna A., Kizek R.: Use of liquid chromatography with electrochemical detection for the determination of antioxidants in less common fruits. Molecules, 2008, **13**, 2823-2836.
- [8] Grajek W.: Rola przeciwutleniaczy w zmniejszeniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **1 (38)**, 3-11.
- [9] Gruia M.I., Opera E., Gruia I., Negoita V., Farcasanu I.C.: The antioxidant response induced by *Lonicera caerulea* berry extracts in animals bearing experimental solid tumors. Molecules, 2008, **13**, 1195-1206.
- [10] Hou D.X., Kai K., Li J.J., Lin S., Terahara N., Wakamatsu M., Fuji M., Young M.R., Colbum N.: Anthocyanidins inhibit activator protein 1 activity and cell transformation: structure-activity relationship and molecular mechanisms. Carcinogenesis, 2004, **25**, 29-36.
- [11] Jin X.H., Ohgami K., Shiratori K., Suzui Y., Koyama Y., Yoshida K., Ilieva T., Tanaka T., Onoe K., Ohno S.: Effect of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) extract on lipopolysaccharide-induced inflammation *in vitro* and *in vivo*. Exp. Eye Res., 2005, **82 (5)**, 860-867.
- [12] Jurikova T., Rop O., Mlcek J., Balla S., Szekeres L., Hegedusova A., Hubalek J., Adam V., Kizek R.: Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects. Molecules, 2012, **17**, 61-79.
- [13] Jusev A.A., Plekhanova M.N.: Samyje lučšije, 1st ed. Vserossijskij Naučno-issledovatel'skij Institute Rastenijevodstva. I. Vavilova: Sankt Peterburg 1997, pp. 120-122.
- [14] Kawecki Z.: Owocodajne drzewa i krzewy chłodniejszych stref klimatycznych. Wyd. UWM, Olsztyn 2005.
- [15] Kawecki Z., Łojko R., Pilarek B.: Mało znane rośliny sadownicze. Wyd. UWM, Olsztyn 2001, pp. 60-65.
- [16] King A., Young G.: Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. J. Am. Diet. Assoc., 1999, **99 (2)** 213-218.
- [17] Kozłowska H., Troszyńska A.: Rola naturalnych substancji nieodżywczych pochodzenia roślinnego jako składników żywności funkcjonalnej. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1999, **4 (21)** Supl. 63-73.
- [18] Krasnowska G., Sikora T.: Suplementy diety a bezpieczeństwo konsumenta. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2011, **4 (77)**, 5-23.
- [19] Kusznierevicz B., Piekarska A., Mrugalska B., Konieczka P., Namiesnik J., Bartoszek A.: 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**, 1755- 1763.
- [20] Leja M., Mareczek A., Nanaszko B.: Antyoksydacyjne właściwości owoców wybranych gatunków dziko rosnących drzew i krzewów. Rocz. AR Poznań, Ogrodnictwo, 2007, **41**, 327-331.
- [21] Li F., Li H.Q.: Immunoregulatory effects of the *Lonicera aquatic* extract in the ovalbumin-sensitized BALB/c mice. Zhonghua Er. Ke. Za. Zhi., 2005, **43 (11)**, 852-857.
- [22] Lipecki J., Libik A.: Niektóre składniki warzyw i owoców o wysokiej wartości biologicznej. Folia Hort., 2003, **1**, 16-22.
- [23] Manach C., Scalbert A., Morand Ch., Rémésy Ch., Jurnémez L.: Polyphenols: Food resources and bioavailability. Am. J. Clin. Nutr., 2004, **74**, 727-747.

- [24] Mariassyova M., Silhar S., Kovac M.: New sources of anthocyanins. Finland: Agri-Food Quality Management of Fruits and Vegetables, 1st ed.; Royal Society of Chemistry-Agricultural Research Centre of Finland, Helsinki 1999, pp. 311-313.
- [25] Mitek M., Gasik A.: Polifenole w żywności. Wpływ na cechy organoleptyczne. Przem. Spoż. 2009, **5**, 34-39.
- [26] Myjavcova R., Marhol P., Kren V., Simanek V., Ulrichova J., Palikova I., Papouskova B., Lemr K., Bednar P.: Analysis of anthocyanin pigments in *Lonicera (caerulea)* extracts using chromatographic fractionation followed by microcolumn liquid chromatography-mass spectrometry. J. Chromatogr. A, 2010, **1217**, 7932-7941.
- [27] Ochmian I., Skupień K., Grajkowski J., Smolik M., Ostrowska K.: Chemical composition and physical characteristics of fruits of two cultivars of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) in relation to their degree of maturity and harvest date. Not. Bot. Hortic. Agrobiol., 2012, **40 (1)**, 155-162.
- [28] Orincak J., Matuskovic J., Jurcak S.: Possibilities of species *Lonicera caerulea* in utilization secondary metabolism in food and pharmaceutical processing, 1st ed.; SPU, Nitra 2003, pp. 210-219.
- [29] Oszmiański J., Kucharska A., Gasiewicz E.: Usefulness of honeysuckle fruit for juice production. In: Fruit and Vegetable Juices and Drinks – Today and in the XXI Century, Research Institute of Pomology and Floriculture, Skierniewice, Poland, 1999, pp. 252-260.
- [30] Oszmiański J., Souquet J.M., Moutounet M.: Antocyjany owoców borówki kamczackiej. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Technol. Żywn., 1995, **8 (273)**, 67-72.
- [31] Oszmiański J.: Stabilizacja i zastosowanie barwnika antocyjanowego aronii do barwienia napojów. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment., 2002, **1 (1)**, 37-45.
- [32] Palikova I., Valentova K., Oborna I., Ulrichova J.: Protectivity of blue honeysuckle extract against oxidative human endothelial cells and rat hepatocyte damage. J. Agric. Food Chem., 2009, **57**, 6584-6589.
- [33] Park E., Kum S., Wang C., Park S.Y., Kim B.S., Schuller-Lewis G.: Anti-inflammatory activity of herbal medicines: inhibition of nitric oxide production and tumor necrosis factor-alpha secretion in an activated macrophage-like cell line. Am. J. Chin. Med., 2005, **33 (3)**, 415-424.
- [34] Paulovicová B., Turianica I., Jurikova T., Baloghová M., Matušková.: Antioxidant properties of selected less common fruit species. Lacrari Stiifce Zootehnie Biotech., 2009, **42 (1)**, 608-614.
- [35] Petrova V.P.: Biochimija dikorastuščich plodovo-jagodnych rastenij. 1st ed. Golovnoe izdatelstvo objedenija: Kijev, Ukraine, 1986, pp. 260-266.
- [36] Pietta P.G.: Flavonoids as antioxidants. J. Nat. Prod. (Lloydia), 2000, **63**, 1035-1042.
- [37] Plekhanova M.N.: Blue honeysuckle: a new berry crop in Russia. Balsgaard Annual Rep. for 1992-1994. Dept. Hort. Plant Breeding., 1995, pp. 180-182.
- [38] Plekhanova M.N., Streltsina S.A., Rostova N.S.: Phenolic compounds in berries of *Lonicera* subsect. *Caeruleae* (*Caprifoliaceae*) species. Plant Resources, 1993, **29**, 16-25.
- [39] Pokorna-Jurikova T., Matuskovic J.: The study of irrigational value of *Lonicera kamtschatica* – cultivar Gerda 25 and *Lonicera edulis* berries under the Nitra conditions during 2001-2003. Hortic. Sci., 2007, **34 (1)**, 11-16.
- [40] Rassmussen S.E., Fredriksen H., Struntze Krogholm K., Poulsen L.: Dietary pro-anthocyanidins: occurrence, dietary intake, bioavailability and protection against cardiovascular disease. Mol. Nutr. Food. Res., 2005, **49**, 159-174.
- [41] Renis M., Calandara L. Scifo C., Tomasello B., Cardile V., Vanella L., Bei R., Fauci L.L., Galvano F.: Response of cell cycle/stress-related protein expression and DNA damage upon treatment of CaCO₂ cells with anthocyanins. Br. J. Nutr., 2007, **100 (1)**, 1-9.
- [42] Rop O., Mlcek J., Jurikova T., Valsikova M., Sochor J., Reznicek V., Kramarova D.: Phenolic content, antioxidant capacity, radical oxygen species scavenging and lipid peroxidation inhibiting activi-

- ties of extracts of five black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) cultivars. J. Med. Plants Res., 2010, **4**, 2431-2437.
- [43] Rop O., Reznicek V., Mlcek J., Jurikova T., Balik J., Sochor J., Kramarova D.: Antioxidant and radical oxygen species scavenging activities of 12 cultivars of blue honeysuckle fruits. Hort. Sci., (Prague) 2011, **38** (2), 63-70.
- [44] Seo O.N., Kim G., Park S., Lee J.H., Kim Y., Lee W.S., Lee S.Y., Kim C.Y., Jin J.S., Choi S.K., Shin S.C.: Determination of polyphenol components of *Lonicera japonica* Thunb. using liquid chromatography – tandem mass spectrometry: contribution to the overall antioxidant activity. Food Chem., 2012, **134**, 572-577.
- [45] Sikorski Z. (Red.): Chemia żywności. Składniki żywności. WNT, Warszawa 2002, ss. 401-420.
- [46] Sikorski Z.: Barwniki. Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. WNT, 1996, ss. 414-422.
- [47] Skupień K., Ochmian I., Grajkowski J.: Influence of ripening time on fruit chemical composition of two blue honeysuckle cultigens. J. Fruit Orn. Plant Res., 2009, **17** (1), 101-111.
- [48] Skupień K., Oszmiański J., Ochmian I., Grajkowski J.: Characterization of selected physico-chemical features of blue honeysuckle fruit cultivar Zielona. Pol. J. Nat. Sci., 2007, **4**, 101-107.
- [49] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **4** (41) S, 5-28.
- [50] Szot I., Lipa T.: Influence of betokson super and fertilizers on chemical composition of fruits and leaves of blue honeysuckle. Acta Sci. Pol., Hort. Cult., 2012, **11** (5), 113-126.
- [51] 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 Sci. Pol., Hort. Cult., 2012, **11** (1), 133-144.
- [52] Svarcova I., Heinrich J., Valentova K.: Berry fruits as a source of biologically active compounds: the case of *Lonicera caerulea*. Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Repub., 2007, **151** (2), 163-174.
- [53] Terahara N., Sakanashi T., Tsukui A.: Anthocyanins from the berries of Haskaap, *Lonicera caerulea* L. J. Home Econ. Jpn., 1993, **44**, 197-200.
- [54] Thompson M.M., Barney D.L.: Evaluation and breeding of haskap in North America. J. Am. Pomol. Soc., 2007, **61**, 25-33.
- [55] Thompson M.M., Chaovanalikit A.: Preliminary observations on adaptation and nutraceutical values of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) in Oregon. Acta Horticulturae, 2003, **625**, 65-72.
- [56] Wojdyło A., Jáuregui P.N.N., Carbonell-Barrachina A.A., Oszmiański J., Golis T.: Variability of phytochemical properties and content of bioactive compounds in *Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* berries. J. Agric. Food Chem., 2013, **61** (49), 12072-12084.
- [57] Witkowska A., Zujko M.E.: Aktywność antyoksydacyjna owoców leśnych. Bromat. Chem. Toksykol., 2009, **3**, 900-903.
- [58] Yen G.G., Chen H.Y.: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. J. Agric. Food. Chem., 1995, **43**, 27-32.
- [59] Zhang Y., Vareed S.K., Nair M.G.: Human tumor cell growth inhibition by nontoxic anthocyanidins, the pigments in fruits and vegetables. Life Sci., 2005, **76**, 1465-1472.

**BLUE HONEYSUCKLE – HEALTHFUL PROPERTIES OF FRUITS
AND POSSIBILITIES OF THEIR APPLICATIONS****S u m m a r y**

In the paper, healthful properties of fruits of blue honeysuckle were discussed. Antioxidant properties of those fruits were pointed out. Bioactive substances in the fruits were characterized that show antioxidant properties, especially the phenolic acid, flavonoids, and vitamin C. Correlations between the chemical composition of fruits and their genetic features, climatic factors, and cultivation measures were discussed. It was emphasized that growing edible honeysuckle is easy because of minor habitat requirements, uncomplicated management, steady yielding, and its resistance to pathogens and pests. The advisability of increasing the cultivation of blue honeysuckle plants was justified by showing various possibilities of applying those fruits in the human diet.

Key words: antioxidant properties of fruits, little-known fruit plants, bioactive substances 