

## Właściwości lecznicze rokitnika zwyczajnego (*Hippophaë rhamnoides* L.)

### Therapeutic activity of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.)

Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, Żywienia Zwierząt i Żywności,  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Kierownik Katedry: dr hab. inż. Arkadiusz Pietruszka

---

#### SUMMARY

Sea buckthorn is a plant which all parts are rich in many nutrients, such as vitamins, flavonoids, carotenoids, fatty acids, macro- and microelements, their properties have a beneficial effect on human health. Product development of sea buckthorn are used in food, cosmetic and also pharmaceutical industries. The externally applied exhibit anti-inflammatory, regenerating, wound-healing activity also have a positive affect on head skin and hair. They are also used in the treatment of frostbite, burns and bedsores. From the seeds of sea buckthorn usually produces an oil, which protects against harmful UV radiation, whereas beverage from the leaves are used alternatively for the treatment of inflammatory conditions of the gastrointestinal tract. In view of the high content of vitamin C and flavonoids in fruits, sea buckthorn is a valuable component with antioxidant properties. Sea buckthorn fruits are used for produce like a wine, liqueurs, marmalades, jams, juices and yogurts (yoghurt batch). Sea buckthorn are a treasure trove of essential health-promoting bioactive compounds. This plant definitely deserves wider recognition and application.

**Keywords:** *Hippophaë rhamnoides* L., bioactive substances, medicinal activities, leaves, fruits, seeds

---

#### STRESZCZENIE

Rokitnik zwyczajny jest rośliną, której wszystkie części bogate są w liczne składniki biologicznie aktywne, takie jak: witaminy, flawonoidy, karotenoidy, nienasycone kwasy tłuszczowe oraz makro- i mikroelementy, mające korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Preparaty z rokitnika wykorzystywane są zarówno w przemyśle spożywczym, kosmetycznym, jak i farmaceutycznym. Zastosowane zewnętrznie wykazują działanie przeciwzapalne, odnawiające, przyspieszające gojenie ran, wpływają również korzystnie na skórę głowy i włosy. Stosuje się je także przy leczeniu odmrożeń, oparzeń oraz odleżyn. Z nasion rokitnika zwyczajnego najczęściej wytwarza się olej, który chroni przed szkodliwym działaniem promieni UV, natomiast napary z liści używane są pomocniczo w leczeniu stanów zapalnych przewodu pokarmowego. Ze względu na dużą zawartość witaminy C i flawonoidów w owocach, są one cennym surowcem o właściwościach przeciwutleniających. Owoce rokitnika służą do wyrobu win, nalewek oraz przetworów, takich jak marmolady, dżemy, soki oraz jogurty (wsad jogurtowy). Rokitnik zwyczajny jest bogatym źródłem substancji bioaktywnych. Roślina ta zasługuje na szerokie uznanie i zastosowanie.

**Słowa kluczowe:** *Hippophaë rhamnoides* L., substancje aktywne biologicznie, właściwości lecznicze, liście, owoce, nasiona

---

### Wstęp

Rokitnik zwyczajny (*Hippophaë rhamnoides* L.) jest liściastym i dwupiennym krzewem, należącym do rodziny Rokitnikowatych (*Elaeagnaceae*). Pierwszy człon łacińskiej nazwy rokitnika zwyczajnego *hippophaë* złożony jest z dwóch wyrazów: *hippos* oznacza „konia”, natomiast *phao* to „blask” (1). W starożytnej Grecji stosowano liście oraz pędy rokitnika jako pożywienie dla zwierząt, szczególnie dla koni, w efekcie obserwowano przyrost masy ciała oraz lśniąca sierść. Odniesienia dotyczące farmakologicznego

zastosowania rokitnika zwyczajnego odnaleziono w starożytnych tybetańskich tekstach medycznych oraz za czasów panowania dynastii Tang w Chinach. W regionie Rosji i indyjskich Himalajów rokitnik zwyczajny był używany do leczenia chorób skóry, żółtaczk, astmy, reumatyzmu oraz jako środek przeczyszczający (2). Zakres jego występowania jest bardzo rozległy, rośnie niemal w całej Azji i Europie (3).

Rokitnik zwyczajny jest nie tylko ozdobnym krzewem, ale również rośliną leczniczą, zawierającą wiele cennych składników odżywczych oraz substancji bioaktywnych, mających zastosowanie w przemyśle

spożywczym oraz kosmetycznym i farmaceutycznym. Rokitnik jest rośliną, którą można wykorzystać od korzeni, przez łodygę, liście, aż po owoce i nasiona. Obecnie wykorzystywane są głównie jego owoce i nasiona, natomiast liście odznaczające się również wartościowym składem chemicznym traktowane są przeważnie jako odpad.

### Morfologia

Rokitnik zwyczajny jest silnie rozgałęzionym krzewem liściastym lub niewielkim drzewem o wysokości od 2 do 4 metrów. Ma długie rozłogi korzeniowe, wchodzące w symbiozę z bakteriami glebowymi, umożliwiając tym samym dostosowanie się do różnych warunków glebowych. System korzeniowy rokitnika zwyczajnego ma również duży wpływ na utwardzanie gruntu, co jest niezmiernie istotne na terenach piaszczystych, na których często występuje (4). Rokitnik zwyczajny ma pojedyncze, wąskie, lancetowate liście o długości około 8 cm, koloru srebrzystoszarego. Nasiona są ciemnobrązowe, błyszczące, jajowate bądź eliptyczne, o wymiarach 2,8-4,2 mm. Owoce rokitnika mają kwaskowaty smak, barwę pomarańczową, owalny kształt (średnica około 5-7 mm) z jednym pestkowatym nasieniem, leżą gęsto ułożone na krótkich szypułkach wzdłuż pędów (3, 5).

### Skład chemiczny i substancje aktywne biologicznie

Wszystkie części rokitnika zwyczajnego stanowią źródło wielu substancji odżywczych i aktywnych biologicznie, wpływających korzystnie na organizm ludzki. Sok z owoców rokitnika jest bogaty w kwasy organiczne, kwasy tłuszczowe, flawonoidy, karotenoidy, witaminy oraz składniki mineralne (6-8). Olej z nasion rokitnika charakteryzuje się wysoką zawartością kwasów tłuszczowych, takich jak kwas oleinowy, linolowy i palmitynowy. Jest on również bogaty w karotenoidy, tokoferole oraz fitosterole (9, 10). Liście rokitnika zwyczajnego zawierają także wiele składników odżywczych, są dobrym źródłem białka o wysokiej wartości odżywczej oraz substancji bioaktywnych, w tym głównie związków przeciwutleniających (11, 12).

### Owoce

Smak owoców rokitnika jest zazwyczaj opisywany jako kwaśny, gorzki i cierpki. Owoce mają również swoisty aromat, na który składa się grupa aż 74 związków lotnych, z których najliczniejszą są estry (13). Skład chemiczny owoców rokitnika zwyczajnego zależy od: odmiany, warunków klimatycznych, wielkości owocu, ich dojrzałości oraz metody przetwarzania (14).

Zawartość białka wynosi do 4,7% suchej masy (5). Owoce rokitnika zwyczajnego są również bogatym źródłem witaminy C. W zależności od odmiany ilość tej witaminy waha się między 28 a 201 mg/100 g świeżych owoców (15). Dla porównania świeże owoce jeżyny (*Rubus discolor*) i maliny (*Rubus idaeus*) zawierają kolejno ok. 31,87 i 33,67 mg/100 g witaminy C w świeżych owocach (16). Ze względu na jej wysoką zawartość owoce rokitnika stosowane są w przemyśle spożywczym w celu zwiększenia zawartości witaminy C w produktach, takich jak soki i napoje.

Rokitnik należy do nielicznych roślin gromadzących w owocach tłuszcz. Jego skład różni się w zależności od podgatunku, metod uprawy, czasu zbioru czy metod ekstrakcji (17). Całkowita zawartość tłuszczu w pulpie owoców wynosi około 9 g/100 g świeżej masy (5). Zawarte w nim są nie tylko powszechnie występujące kwasy tłuszczowe, takie jak kwas palmitynowy, stearynowy, oleinowy, linolowy i linolenowy, ale również kwas oleopalmitynowy (18).

Owoce rokitnika charakteryzują się dużą ilością naturalnych przeciwutleniaczy, głównym jest wspomniana wcześniej witamina C, a ponadto zawierają tokoferole, karotenoidy i flawonoidy. Poziom karotenoidów to około 16-28 mg/100 g świeżych owoców (6, 19, 20). Związki te zlokalizowane są głównie w miękkich częściach owocu, nadając im charakterystyczny żółto-pomarańczowy kolor. W owocach 15-55% wszystkich związków z tej grupy stanowi  $\beta$ -karoten. W mniejszych stężeniach występuje również  $\alpha$ - i  $\gamma$ -karoten, likopen, zeaksantyna oraz kantaksantyna (21). W 100 g świeżych owoców znajduje się od 120 do 1000 mg flawonoidów (6). Przegląd związków mierzalnych i witamin występujących w miąższu owoców rokitnika zestawiono w tabeli 1.

Ze względu na swiste organoleptyczne cechy (kwaśno-gorzki smak, swoisty zapach), mimo niezaprzeczalnych zalet prozdrowotnych, owoce nie znalazły dotychczas znaczącego zastosowania w produkcji żywności.

### Nasiona

Olej z nasion rokitnika zwyczajnego jest bogaty w tokoferole, karotenoidy oraz wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 i omega-6. Zawiera kwas linolowy,  $\alpha$ -linolenowy, oleinowy, palmitynowy i stearynowy, a także w nieco mniejszych ilościach kwas wakcenyowy, palmitooleinowy, arachidonowy i eikozenowy (23). Nasiona rokitnika są dobrym źródłem steroli. Całkowita ich zawartość mieści się w granicach od 1200 do 1800 mg/kg suchej masy, z czego 57-76% przypada na  $\beta$ -sitosterol o działaniu przeciwzapalnym (24).

**Tab. 1.** Zawartość związków mineralnych oraz witamin w pulpie owoców rokitnika zwyczajnego (22)

Związki mineralne	Zawartość (mg/l)	Witaminy	Zawartość (mg/100 g surowca)
Wapń	176,6	Witamina C	275
Żelazo	30,9	Niacyna	68,4
Magnez	22,5	Ryboflawina	1,45
Fosfor	84,2	Witamina B <sub>6</sub>	1,12
Potas	647,2	Kwas pantotenowy	0,85
Sód	414,9	Witamina A	0,259
Cynk	1,4	Witamina E	3,45
Miedź	0,7	Witamina B <sub>12</sub>	0,0054
Mangan	1,1		

Olej uzyskiwany z nasion rokitnika zwyczajnego absorbuje promieniowanie ultrafioletowe, dlatego jest często dodawany do preparatów kosmetycznych (25). Ting i wsp. (26) wykazali, że olej z nasion rokitnika wykazuje silne działanie przeciwutleniające u myszy zatrutowanych czterochlorkiem węgla na drodze podwyższenia aktywności enzymów przeciwutleniających oraz zmniejszenie peroksydacji lipidów w wątrobie.

### Liście

Świeże lub suszone liście rokitnika również bogate są w składniki bioaktywne i nadają się do produkcji środków spożywczych. Herbata sporządzona z liści rokitnika ma nie tylko delikatny i aromatyczny zapach, ale jest również bogata w wapń, potas, magnez, żelazo, fosfor, mangan,  $\beta$ -karoten i witaminę E (12). Liście rokitnika zwyczajnego mają także duże ilości białka, stanowiącego ok. 20% suchej masy, w tym zawierają 0,73% lizyny oraz 0,13% metioniny i cystyny (12, 27, 28).

Znajdujące się w liściach rokitnika zwyczajnego składniki mineralne wpływają pozytywnie na procesy przyswajania witamin oraz innych składników odżywczych, wzmacniają tkanki, a także zapobiegają niedokrwistości (29). Zawartość wybranych związków mineralnych w liściach rokitnika zwyczajnego została przedstawiona w tabeli 2.

Liście rokitnika zwyczajnego zawierają liczne polifenole, takie jak flawonoidy, taniny i triterpeny, katechiny i kwas elagowy, a także stanowią doskonałe źródło  $\beta$ -karotenu i kwasu foliowego. Polifenole są wtórnymi metabolitami roślinnymi o bardzo zróżnicowanej budowie chemicznej, wykorzystywanymi m.in. do obrony przed grzybami i bakteriami chorobotwórczymi. Z łatwością włączają się one również do reakcji redoksowych, łatwo ulegają utlenianiu

do chinonów, mogą także pośredniczyć w utlenianiu innych związków, które nie reagują bezpośrednio z tlenem (30). Liczne publikacje (31-33) wskazują, że świeże liście rokitnika zwyczajnego są bogate w karotenoidy (26,3 mg/100 g) oraz chlorofil (98,8 mg/100 g), będąc wskaźnikiem jakości dla zielonych warzyw.

W wysuszonych liściach rokitnika zwyczajnego zawartość związków fenolowych waha się w przedziale 34,2-45,8 mg/g suchej masy, w zależności od temperatury suszenia, natomiast w świeżych liściach wynosi ok. 59,3 mg/g suchej masy (33). Zawartość tanin waha się od 12,3 do nawet 31,3%, w zależności od genotypu i czasu zbioru (35). Dzięki tak dużej zawartości substancji biologicznie aktywnych w wielu krajach liście wykorzystywane są do produkcji ekstraktów.

**Tab. 2.** Zawartość wybranych związków mineralnych w ekstrakcie z wysuszonych liści rokitnika (34)

Związki mineralne	Zawartość ( $\mu$ g/100 g surowca)
Sód	3000
Wapń	780
Potas	620
Magnez	117
Żelazo	38
Krzem	6
Glin	5
Mangan	8
Chrom	1
Cynk	0,8

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że stosowanie ekstraktów z liści rokitnika zapobiegało grypie, chorobom sercowo-naczyniowym oraz uszkodzeniom błon śluzowych. Ekstrakty z liści rokitnika zwyczajnego wykazują również silne działanie przeciwutleniające, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwnowotworowe i immunoregulujące (36).

### **Lecznice zastosowanie rokitnika zwyczajnego**

Rokitnik zwyczajny od dawna jest wykorzystywany w medycynie ludowej do leczenia wielu różnych chorób. W starożytnej Grecji rokitnik zwyczajny był znany jako środek leczniczy dla koni, natomiast w medycynie tybetańskiej stosowany był w celu poprawy krążenia krwi oraz usuwania skrzepów, a także do łagodzenia kaszlu i biegunek. W Mongolii rokitnik traktowany był jako środek uspokajający oraz wspomagający proces gojenia się ran. Obecnie trwa wiele badań nad wpływem rokitnika zwyczajnego na zdrowie człowieka oraz nad jego potencjalnym zastosowaniem jako rośliny leczniczej (37).

#### **Właściwości przeciwutleniające i przeciwnowotworowe**

Związki polifenolowe, szczególnie flawonoidy i kwasy fenolowe, powszechnie spotykane w roślinach, obecne również we wszystkich częściach rokitnika zwyczajnego, są najważniejszymi substancjami bioaktywnymi odpowiedzialnymi za działanie przeciwutleniające i przeciwnowotworowe (38).

Geetha i wsp. (39) wykazali w badaniach *in vitro* właściwości przeciwutleniające ekstraktu z liści rokitnika zwyczajnego, co potwierdzili w badaniach na szczurach, wykazując dodatkowo właściwości hepatoprotective (40). Właściwości przeciwutleniające wykazują również nasiona rokitnika zwyczajnego. Ting i wsp. (26) wykazali także działanie przeciwutleniające *in vitro* oraz *in vivo* oleju z nasion rokitnika. Stwierdzono silne hamowanie uszkodzeń oksydacyjnych pod wpływem  $CCl_4$  u myszy; istotnie zwiększyła się aktywność enzymów przeciwutleniających, takich jak dysmutaza nadmanganowa, katalaza, peroksydaza glutationowa oraz reduktaza glutationowa.

#### **Właściwości kardioochronne i przeciwmiażdżycowe**

Lecznice działanie preparatów z rokitnika zwyczajnego w przypadku chorób sercowo-naczyniowych jest dobrze znane i udokumentowane. Za to działanie odpowiedzialne są głównie flawonoidy obecne

we wszystkich częściach rośliny oraz nienasycone kwasy tłuszczowe występujące w oleju z nasion oraz mięszu z owoców rokitnika zwyczajnego (41-43). Flawonoidy wykazują korzystny wpływ na siłę skurczu mięśnia sercowego oraz zachowanie prawidłowego rytmu serca, zapobiegają również niedokrwieniu mięśnia sercowego oraz hamują apoptozę kardiomiocytów (44). Badania Basu i wsp. (45) na królikach wykazały, że zastosowanie oleju z nasion rokitnika zwyczajnego powoduje znaczny spadek poziomu cholesterolu w osoczu, frakcji cholesterolu o niskiej gęstości LDL oraz znaczący wzrost poziomu frakcji cholesterolu o wysokiej gęstości HDL. Pang i wsp. (46) w doświadczeniu na szczurach, podając w diecie flawonoidy wyekstrahowane z nasion rokitnika, wykazali obniżenie ciśnienia tętniczego krwi oraz ustąpienie hiperinsulinemii i dyslipidemii. Związkom flawonoidowym z rokitnika zwyczajnego przypisuje się zdolność zwiększenia ilości krążących markerów lipidowych oraz hamowania procesu utleniania lipoprotein o małej gęstości (47).

#### **Działanie hepatoprotective**

Wątroba jest narządem często narażonym na działanie zanieczyszczeń środowiskowych oraz leków, które z kolei prowadzą do poważnego obciążenia, osłabienia oraz uszkodzenia tego ważnego narządu (1). Badania Geetha i wsp. (40) oraz Maheshwari i wsp. (48) wykazały, że ekstrakty z liści rokitnika zwyczajnego łagodziły działanie  $CCl_4$ , przeciwdziałając uszkodzeniu wątroby. Właściwości hepatoprotective obserwowane są również po zastosowaniu w diecie szczurów ekstraktów uzyskanych z nasion rokitnika zwyczajnego (47).

#### **Działanie przeciwbakteryjne i przeciwwirusowe**

Związki polifenolowe, znajdujące się we wszystkich częściach rokitnika zwyczajnego, stanowią główną grupę związków bioaktywnych wykazujących działanie przeciwbakteryjne oraz przeciwwirusowe (49). Olejowy wyciąg z owoców rokitnika zwyczajnego stosowany jest w ostrych i przewlekłych stanach zapalnych jamy ustnej i gardła, wykazując działanie antyseptyczne, przeciwzapalne i immunostymulujące (50). Ponadto olej z rokitnika zwyczajnego wykazuje pozytywne rezultaty w leczeniu błon śluzowych przewodu pokarmowego, w tym owrzodzeń jamy ustnej i wrzodów żołądka (47). Miejscowe stosowanie oleju z nasion oraz wodnych ekstraktów z liści rokitnika znacząco wpływa na proces gojenia się ran, zwiększając syntezę kolagenu oraz powodując wzrost poziomu hydroksyproliny i heksozoaminy (51, 52).

## Podsumowanie

Rokitnik zwyczajny jest rośliną, której wszystkie części bogate są w liczne składniki biologicznie aktywne. Owoce rokitnika zaliczane są do najbardziej zasobnych części rośliny, zawierają substancje mineralne, polifenole oraz witaminy, a zwłaszcza witaminę C. Liście, podobnie jak owoce, zawierają wiele substancji czynnych, w tym przeciwutleniających, wykazują również silne działanie przeciwzapalne. W krajach azjatyckich popularne jest stosowanie ekstraktów z liści rokitnika na rany i oparzenia. Olej z rokitnika

chroni z kolei przed szkodliwym działaniem promieni UV. Uprawa rokitnika zwyczajnego ma duże uzasadnienie ekonomiczne, gdyż jest to roślina o małych wymaganiach, a wykorzystywać można każdą jej część, zarówno owoce, nasiona, jak i liście. Powrót do upraw naturalnych, a tym samym przyjaznych środowisku jest bardzo pożądane przy obecnym stopniu chemizacji rolnictwa. Niewielkie wymagania glebowe i przystosowanie do umiarkowanego klimatu oraz wysoka wartość odżywcza i lecznicza czynią rokitnik zwyczajny rośliną niezwykle zachęcającą do uprawy w Polsce (47, 53).

## Piśmiennictwo

- Suryakumar G, Gupta A. Medicinal and therapeutic potential of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.). J Ethnopharmacol 2011; 138:268-78.
- Stobdan T, Korekar G, Srivastava RB. Nutritional attributes and health application of seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) – a review. Curr Res Nutr Food Sci J 2013; 9:151-65.
- Rousi A. The genus *Hippophaë* L. A taxonomic study. Ann Bot Fenn 1971; 8:177-227.
- Bartish JV, Jeppson N, Nybom H i wsp. Phylogeny of *Hippophaë* (*Elaeagnaceae*) inferred from parsimony analysis of chloroplast DNA and morphology. Syst Botany 2002; 27:41-54.
- Selvamuthukumar M, Farhath K. Evaluation of shelf stability of antioxidant rich seabuckthorn fruit yoghurt. Int Food Res J 2014; 21:759-65.
- Yuzhen Z, Fuheng W. Sea buckthorn flavonoids and their medicinal value. Hippophaë 1997; 10:39-41.
- Beveridge T, Harrison JE, Drover J. Processing effects on the composition of sea buckthorn juice from *H. rhamnoides* L. cv. Indian Summer. J Agric Food Chem 2002; 50:113-6.
- Eccleston C, Baoru Y, Tahvonen R i wsp. Effect of an antioxidant-rich juice (sea buckthorn) on risk factors for coronary heart disease in humans. J Nutr Biochem 2002; 13:346-54.
- Cakir A. Essential oil and fatty acid composition of the fruits of *Hippophaë rhamnoides* L. (Sea Buckthorn) and *Myrtus communis* L. from Turkey. Biochem Syst Ecol 2004; 32:809-16.
- Purushothaman J, Suryakumar G, Shukla D i wsp. Modulatory effects of seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) in hypobaric hypoxia induced cerebral vascular injury. Brain Res Bull 2008; 77:246-52.
- Maheshwari DT, Yogendra Kumar MS, Verma SK i wsp. Antioxidant and hepatoprotective activities of phenolic rich fraction of Seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) leaves. Food Chem Toxicol 2011; 49:2422-8.
- Jaroszevska A, Biel W, Stankowski S i wsp. Evaluation of the influence of symbiotic mycorrhizal fungi on basic chemical compounds and minerals of sea buckthorn leaves. J Elem 2016; 21:1029-41.
- Lunden S, Tiitinen K, Kallio H. Aroma analysis of sea buckthorn berries by sensory evaluation, headspace SPME and GC-olfactometry. [In:] Blank I, Wüst M, Yeretizian C (eds.). Expression of Multidisciplinary Flavour Science. Proceedings of the 12<sup>th</sup> Weurman Symposium. Institute of Chemistry and Biological Chemistry, Zürich University of Applied Sciences, Switzerland 2010; 490-3.
- Zheng J, Yang B, Trépanier M i wsp. Effects of genotype, latitude, and weather conditions on the composition of sugars, sugar alcohols, fruit acids, and ascorbic acid in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* ssp. *mongolica*) berry juice. J Agric Food Chem 2012; 60:3180-9.
- Yao Y, Tigerstedt PMA, Joy P. Variation of vitamin C concentration and character correlation between and within natural sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) populations. Acta Agric Scand Sect B Soil Plant Sci 1992; 42:12-7.
- Dujmović PD, Duralija B, Voća S i wsp. A comparison of fruit chemical characteristics of two wild grown *Rubus* species from different locations of Croatia. Molecules 2012; 17:10390-8.
- Gutierrez LF, Ratti C, Belkacemi K. Effects of drying method on the extraction yields and quality of oils from Quebec sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) seeds and pulp. Food Chem 2008; 106:896-904.
- Damian C, Leahu A, Oroian M i wsp. Antioxidant activity in extracts from sea buckthorn. Lucrari Stiintifice Seria Zootehnie 2013; 60:151-4.
- Larose G, Chenevert R, Moutoglis P i wsp. Flavonoid levels in roots of *Medicago sativa* are modulated by the developmental stage of the symbiosis and the root colonizing arbuscular mycorrhizal fungus. J Plant Physiol 2002; 159:1329-39.
- St. George SD, Cenkowski S. Influence of harvest time on the quality of oil-based compounds in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L. ssp. *sinensis*) seed and fruit. J Agric Food Chem 2007; 55:8054-61.
- Teleszko M, Wojdyło A, Rudzińska M i wsp. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. J Agric Food Chem 2015; 63:4120-9.
- Stobdan T, Chaurasia OP, Korekar G i wsp. Attributes of seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) to meet nutritional requirements in high altitude. Defence Sci J 2010; 60:226-30.
- Dulf FV. Fatty acids in berry lipids of six sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L., ssp. *carpatica*) cultivars grown in Romania. Chem Cent J 2012; 6:106-18.
- Yang B, Karlsson RM, Oksman PH i wsp. Phyto-sterols in seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries: identification and effects of different origin and harvesting time. J Agric Food Chem 2001; 49:5620-9.
- Gupta SM, Ahmed Z. Seabuckthorn (*Hippophaë salicifolia* L.) plant: As source donor of cold tolerant genes for improving high altitude agriculture during cold stress. Res Environ Life Sci 2010; 3:105-12.

26. Ting H, Hsu Y, Tsai C i wsp. The *in vitro* and *in vivo* antioxidant properties of seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) seed oil. *Food Chem* 2011; 125:652-9.
27. Biswas A, Bharti VK, Acharya S i wsp. Sea buckthorn: New feed opportunity for poultry in cold arid Ladakh region of India. *Worlds Poult Sci J* 2010; 66:707-14.
28. Patial V, Asrani RK, Patil RD. Safety evaluation of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) leaves in Japanese quail. *Vet World* 2013; 6:596-600.
29. Zeb A, Malook I. Biochemical characterization of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L. ssp. *turkestanica*) seed. *Afr J Biotechnol* 2009; 8:1625-9.
30. Crozier A, Clifford MN, Ashihara H. Phenols, polyphenols and tannins: an overview. [In:] Crozier A, Clifford MN, Ashihara H (eds.). *Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*. Blackwell Publishing, Garsington Road 2006; 1-24.
31. Negi PS, Chauhan AS, Sadia GA i wsp. Antioxidant and antibacterial activities of various sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) seed extracts. *Food Chem* 2005; 92:119-24.
32. Tian C, Nan P, Chen J i wsp. Volatile composition of Chinese *Hippophaë rhamnoides* and its chemotaxonomic implications. *Biochem Syst Ecol* 2004; 32:431-41.
33. Guan TTY, Cenkowski S, Hydamaka A. Effect of drying on the nutraceutical quality of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L. ssp. *sinensis*) leaves. *J Food Sci* 2005; 70:514-8.
34. Ahmad B, Ali J. Physicochemical, minerals, phytochemical contents, antimicrobial activities evaluation and fourier transform infrared (FTIR) analysis of *Hippophaë rhamnoides* L. leaves extracts. *Afr J Pharm Pharmacol* 2013; 7:375-88.
35. Morozov VI. Common sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) cultures as a source of raw material for the manufacture of Giporamin. *Pharm Chem J* 2007; 41:416-8.
36. Wani TA, Wani SM, Shah AG i wsp. Optimizing conditions for antioxidant extraction from Sea Buckthorn leaf (*Hippophaë rhamnoides* L.) as herbal tea using response surface methodology (RSM). *Int Food Res J* 2013; 20:1677-81.
37. Bal LM, Meda V, Naik SN i wsp. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmeceuticals. *Food Res Int* 2011; 44:1718-27.
38. Papuc C, Diaconescu C, Nicorescu V. Antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) extracts compared with common food additives. *Roum Biotechnol Lett* 2008; 13:4049-53.
39. Geetha S, Jayamurthy P, Pal K i wsp. Hepatoprotective activity of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) against carbon tetrachloride induced hepatic damage in rats. *J Sci Food Agr* 2008; 88:1592-7.
40. Geetha S, Sai Ram M, Singh V i wsp. Evaluation of antioxidant activity of leaf extract of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) on chromium (VI) induced oxidative stress in male albino rats. *J Ethnopharmacol* 2003; 87:247-51.
41. Hertog MGL, Feskens EJM, Hollman PCH i wsp. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen Elderly Study. *Lancet* 1993; 342:1007-11.
42. Rosch D, Bergmann M, Knorr D i wsp. Structure-antioxidant efficiency relationships of phenolic compounds and their contribution to the antioxidant activity of sea buckthorn juice. *J Agric Food Chem* 2003; 51:4233-9.
43. Suomela JP, Ahotuoa M, Yang B i wsp. Absorption of flavonols derived from sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) and their effect on emerging risk factors for cardiovascular disease in humans. *J Agric Food Chem* 2006; 54:7364-9.
44. Sun B, Sun GB, Xiao J i wsp. Isorhamnetin inhibits H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced activation of the intrinsic apoptotic pathway in H9c2 cardiomyocytes through scavenging reactive oxygen species and ERK inactivation. *J Cell Biochem* 2012; 113:473-85.
45. Basu M, Prasad R, Jayamurthy P i wsp. Anti-atherogenic effects of seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) seed oil. *Phytomed* 2007; 14:770-7.
46. Pang X, Zhaoa J, Zhang W i wsp. Antihypertensive effect of total flavones extracted from seed residues of *Hippophaë rhamnoides* L. in sucrose-fed rats. *J Ethnopharmacol* 2008; 117:325-31.
47. Xu M, Wang N, Zhang W i wsp. Protective effects of seabuckthorn seed oil against acute alcoholic-induced liver injury in rats. *J Food Nutr Res* 2014; 2:1037-41.
48. Maheshwari DT, Yogendra Kumar MS, Verma SK i wsp. Antioxidant and hepatoprotective activities of phenolic rich fraction of Seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) leaves. *Food Chem Toxicol* 2011; 49:2422-8.
49. Mishra KP, Chanda S, Karan D i wsp. Effect of seabuckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) flavone on immune system: An *in vitro* approach. *Phytother Res* 2008; 22:1490-5.
50. Hu R, Yuan B, Wei X i wsp. Enhanced cAMP/PKA pathway by seabuckthorn fatty acids in aged rats. *J Ethnopharmacol* 2007; 111:248-54.
51. Upadhyay NK, Kumar R, Mandotra SK i wsp. Safety and healing efficacy of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) seed oil on burn wounds in rats. *Food Chem Toxicol* 2009; 47:1146-53.
52. Upadhyay NK, Kumar R, Mandotra SK i wsp. Mechanism of wound-healing activity of *Hippophaë rhamnoides* L. leaf extract in experimental burns. *Evid Based Complement Altern Med* 2011; 2011:659705. DOI: 10.1093/ecam/nep189.
53. Goel HC, Gupta D, Gupta S i wsp. Protection of mitochondria system by *Hippophaë rhamnoides* L. against radiation-induced oxidative damage in mice. *J Pharm Pharmacol* 2005; 57:135-43.

Adres/address:

\*mgr inż. Paulina Boško

Katedra Hodowli Trzody Chlewniej,

Żywienia Zwierząt i Żywności

Wydział Biotechnologii i Hodowli Zwierząt

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

ul. Doktora Judyma 10, 71-460 Szczecin

tel. +48 (91) 449-67-25

e-mail: paulina.bosko@zut.edu.pl

**Konflikt interesów****Conflict of interest**

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 06.09.2016

zaakceptowano/accepted: 23.09.2016