

# Owoce rokitnika (*Hippophae rhamnoides* L.) – bogate źródło związków biologicznie aktywnych

## Fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) – rich source of biologically active compounds

<sup>1</sup>Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Kierownik Katedry: prof. dr hab inż. Eulalia Julitta Borowska, prof. zw.

<sup>2</sup>Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży  
Dziekan Wydziału: dr inż. Andrzej Borusiewicz

---

### SUMMARY

The article presents the nutritional, medical and therapeutic properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in the treatment of various symptoms of disease. This plant is widely used in different parts of the world due to its high nutritional value and unique medicinal properties. The therapeutic properties of sea buckthorn have been confirmed by biochemical and pharmacological studies, made in XX century. All parts of sea buckthorn such as: fruit, leaves and seeds contain many biologically active compounds. They are a rich source of natural antioxidants such as ascorbic acid, tocopherol, carotenoids, flavonoids, and contains proteins, vitamins (especially vitamin C), minerals, lipids (especially unsaturated fatty acids, palmitooleic acid – omega -7), sugars, organic acids (malic acid) and phytosterols. Studies in animals and humans indicate that sea buckthorn may have different beneficial effects: cardioprotective, anti-atherogenic, antioxidant, anticancer, immunomodulatory, antibacterial, antivirals, wound healing and anti-inflammatory. Sea buckthorn fruits and leaves can be used in human and animal nutrition. Therefore, it would be worthwhile to carry out research, and even more so in the clinics and promote fruit and products of sea-buckthorn berries, seeds and leaves of use on a large scale.

---

**Keywords:** sea buckthorn, chemical composition, biologically active compounds

---

### STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono odżywcze, medyczne i terapeutyczne właściwości rokitnika (*Hippophae rhamnoides* L.) w leczeniu różnego rodzaju dolegliwości chorobowych. Roślina ta jest powszechnie wykorzystywana w różnych częściach świata ze względu na wysoką wartość odżywczą i unikalne właściwości lecznicze. Właściwości lecznicze rokitnika zostały potwierdzone badaniami biochemicznymi i farmakologicznymi wykonanymi w XX wieku. Wszystkie części rokitnika takie jak owoce, liście i nasiona zawierają wiele związków biologicznie czynnych. Są one bogatym źródłem naturalnych przeciwutleniaczy tj: kwas askorbinowy, tokoferol, karotenoidy, flawonoidy, białka, witaminy (zwłaszcza witamina C), składniki mineralne, lipidy (zwłaszcza nienasycone kwasy tłuszczowe, kwas palmityoleinowy – omega-7), cukry, kwasy organiczne (kwas jabłkowy) i fitosterole. Badania na zwierzętach i ludziach wskazują, że owoce rokitnika mogą mieć właściwości kardioochronne, przeciwmiażdżycowe, przeciwnowotworowe, immunomodulujące, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, wspomagają gojenie się ran. Owoce i liście rokitnika zwyczajnego mogą być stosowane w żywieniu ludzi i zwierząt. Dlatego też warto byłoby przeprowadzić badania, a tym bardziej w klinikach i promować stosowanie na dużą skalę, owoców oraz produktów z owoców, nasion i liści rokitnika zwyczajnego.

---

**Słowa kluczowe:** rokitnik, skład chemiczny, substancje biologicznie aktywne

---

### Wstęp

Rokitnik jest rośliną, którą wyróżnia bogactwo składników biologicznie aktywnych zgromadzonych w owocach, korze, korzeniach, liściach i kwiatach. Wszystkie wymienione części morfologiczne wykorzystywane są przez przemysł farmaceutyczny, spożywczy

i kosmetyczny. Największe zastosowanie i uznanie znajdują owoce. Ocenia się, że w tej niewielkiej jagodzie znajduje się ponad 190 różnorodnych związków biologicznie aktywnych, wspomagających leczenie wielu chorób, np. związanych z układem krążenia, układem moczowym, cukrzycą. Substancje obecne

w owocach rokitnika biorą udział w uszczelnieniu błon komórkowych, a także w regulacji poziomu cukru we krwi (1-3). Biologicznie aktywne substancje o właściwościach lipofilnych i hydrofilnych rozmieszczone są w skórce owocu, miąższu i nasionach, których udział stanowi odpowiednio 7,75, 68 i 23% (4).

Substancje lipofilne to przede wszystkim: kwasy tłuszczowe  $\omega$ -3, -6 i -7, triacyloglicerole, lipidy częściowe, fosfolipidy i glikolipidy oraz rozpuszczone w lipidach tokoferole, fitosterole, karotenoidy i olejki eteryczne. Natomiast frakcja hydrofilna to przede wszystkim sok komórkowy bogaty w takie składniki, jak: witaminy, białka, aminokwasy, polifenole oraz kwasy organiczne (askorbinowy, jabłkowy, cytrynowy).

Opracowany sposób przetwarzania owoców rokitnika, z podziałem na frakcję hydrofilną i lipofilną, pozwolił na stworzenie nowych innowacyjnych produktów, takich jak: soki, nektary, koncentraty, proszki, syropy. Są to produkty bogate w składniki odżywcze i aktywne biologicznie, wspomagające układ odpornościowy (witamina C, karotenoidy, biopierwiastki) oraz produkty z grupy litofilnych, takie jak: oleosomy, olej rokitnikowy, preparaty lecytynowe (fosfolipido-karotenoidowe) (4).

W Polsce uprawiane są uszlachetnione odmiany rokitnika, wyhodowane w Instytutach Ogrodnictwa Rosji i Białorusi. Są to najczęściej odmiany Podarok Sadu, Awgustinka, Botaniczeskaja, Nivelena, Trofimowskaja oraz Plamiennaja (4-7).

Wymienione odmiany różnią się nie tylko cechami fizycznymi owoców (wielkością, teksturą, wybarwieniem), ale również składem chemicznym, cechami genetycznymi i warunkami agroklimatycznymi (6, 7). Ustalono, że o składzie chemicznym i wartości owoców rokitnika decydują różnorodne czynniki, np. środowisko, obszar geograficzny, agrotechnika, warunki klimatyczne, stan fizjologiczny roślin i stopień dojrzałości.

W pracy porównano ilościowy i jakościowy skład wtórnych metabolitów owoców krzewów rokitnika uprawianych w Polsce i owoców zebranych w innych częściach świata, przede wszystkim pochodzących z Azji. Określono właściwości bioaktywne poszczególnych składników i wskazano na ich pozytywne oddziaływanie na organizm człowieka.

### Składniki odżywcze

Analizując jakościowy skład chemiczny owoców rokitnika, można stwierdzić, że metabolity pierwotne, tj. białka, węglowodany, składniki mineralne oraz błonnik, w ograniczonym stopniu charakteryzują się właściwościami bioaktywnymi. Są to przede wszystkim

niezbędne odżywcze składniki owoców lub budulcowe wspomagające procesy trawienne, np. błonnik dietetyczny. Wyjątek stanowią lipidy, którym przypisywane są nie tylko właściwości odżywcze, ale również profilaktyczne i lecznicze. W tabeli 1 zestawiono średnie wyniki kilkuletnich badań dotyczących składu chemicznego owoców rokitnika, pozyskanych z odmian uprawianych w Polsce (4-9).

Większość biologicznie aktywnych substancji rokitnika zaliczana jest do metabolitów wtórnych o różnorodnych właściwościach oddziaływania na organizmy żywe.

### Substancje biologicznie aktywne frakcji hydrofilnej owoców rokitnika

O wartości owoców rokitnika decydują przede wszystkim metabolity wtórne o właściwościach hydrofilnych i lipofilnych, takie jak: kwas L-askorbinowy (witamina C), tokoferole, fitosterole, biopierwiastki, karotenoidy oraz związki polifenolowe, stanowiące bogate,

**Tab. 1.** Podstawowy skład chemiczny owoców rokitnika pochodzących z odmian uprawianych w Polsce (4-9)

| Składniki                               | Zawartość     |
|---|---------------|
| Sucha masa (%)                          | 12,72-14,61   |
| Ekstrakt (%)                            | 8,67-10,17    |
| Metabolity pierwotne                    |               |
| Substancje ogółem (%)                   | 10,20-12,20   |
| Cukry ogółem (%)                        | 4,94-5,72     |
| Cukry redukujące (%)                    | 1,59-1,83     |
| Pektyny (%)                             | 0,18-0,30     |
| Białko (%)                              | 0,92-2,15     |
| Składniki mineralne (mg/kg)             | 190-212       |
| Lipidy ogółem (%)                       | 3,67-6,17     |
| Błonnik (%)                             | 3,87-4,25     |
| Wybrane substancje biologicznie aktywne |               |
| Kwasy organiczne (%)                    | 1,60-2,41     |
| Witamina C (mg/100 g)                   | 87,45-149,37  |
| Związki polifenolowe (mg/100 g)         | 128,66-282,75 |
| Karotenoidy (mg/100 g)                  | 7,94-28,16    |
| Fosfolipidy ogółem (mg/100 g)           | 123,40-181,16 |
| Fitosterole (mg/100 g)                  | 7,68-47,84    |
| Tokoferole (mg/100 g)                   | 3,35-6,27     |

a zarazem różnorodne źródło substancji biologicznie aktywnych. Ich ilość oraz wysoka biodostępność wielokrotnie przewyższają ich zawartość w innych surowcach roślinnych (owocach, warzywach, nasionach).

### **Witamina C**

Pierwszą bardzo ważną substancją biologicznie aktywną owoców, zaliczaną do grupy związków hydrofilnych, jest kwas askorbinowy (witamina C). Informacje o zawartości witaminy C w owocach rokitnika są bardzo zróżnicowane i podawane w szerokim przedziale od 360 mg/100 g w odmianach pochodzących z upraw europejskich (6-10) do 2500 mg/100 g w gatunkach owoców uprawianych na terenie Chin (10-13).

Niektórzy autorzy (1, 14, 15) podają, że owoce rokitnika mają więcej witaminy C niż pomarańcze i cytryny. Określając średnią zawartość kwasu askorbinowego w owocach rokitnika na poziomie 695 mg/100 g suchej masy (s.m.), z wcześniejszych badań wynika, że zawartość kwasu askorbinowego w uprawianych w Polsce odmianach rokitnika mieściła się w przedziale 665-1004 mg/100 g s.m. i w znacznym stopniu uwarunkowana jest odmianowo (4, 6, 7, 12). Nesterowicz i wsp. (12) informują, że brak w owocach rokitnika enzymu askorbinazy jest przyczyną dużej stabilności kwasu askorbinowego przy jednocześnie niskim poziomie kwasu dehydroaskorbinowego. Należy jednak podkreślić, że na tak szeroki przedział wartości witaminy C mogą mieć wpływ błędy metodyczne powstałe podczas jej oznaczania. Dopiero zastosowana w ostatnich latach technika HPLC pozwala na weryfikację dotychczasowych wyników. Ostatnie badania potwierdziły, że zawartość witaminy C w owocach rokitnika rosnącego w Polsce waha się w przedziale 87,45-149,37 mg/100 g s.m. owoców (8). Ponadto w owocach rokitnika występują niewielkie ilości innych witamin, takich jak kwas foliowy, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> i K (11, 16).

### **Kwasy organiczne**

O smakowitości owoców rokitnika decyduje zawartość cukrów i kwasów organicznych. Owoce rokitnika są bogatym źródłem kwasów organicznych, których przeciętna ilość wynosi 2,1-3,2 g/100 ml soku otrzymanego z owoców zebranych z krzewów uprawianych w Rosji do 3,5-9,1 g/100 ml w soku owoców pozyskanych w Chinach (10, 11). W owocach z upraw polskich zawartość kwasów organicznych wynosiła 1,60-2,41 g/100 g s.m. (4, 10). Natomiast Green (17) oznaczył w owocach rokitnika obecność takich kwasów, jak: jabłkowy (1,31 g/100 g), cytrynowy (0,071 g/100 g), szczawiowy i chinowy.

Z przytoczonych danych wynika, że ponad 90% kwasów organicznych występujących w owocach rokitnika stanowi suma kwasu jabłkowego, cytrynowego i chinowego (11, 17). Typowy cierpki smak owoców powodowany jest wysoką zawartością kwasu jabłkowego (0,8-3,2 g/100 ml), podczas gdy smak ściągający jest związany z obecnością kwasu chinowego (1,2-2,1 g/100 ml soku) (7).

### **Aminokwasy**

W owocach rokitnika zidentyfikowano od 18 do 22 aminokwasów, z których około połowa to aminokwasy egzogenne, tj. takie, które muszą być dostarczone do organizmu z zewnątrz (10, 18, 19). Chen (20) oznaczył w soku rokitnikowym otrzymanym z owoców pozyskanych w Chinach 18-19 wolnych aminokwasów, wśród których osiem (treonina, walina, metionina, leucyna, lizyna, tryptofan, izoleucyna i fenyloalanina) to aminokwasy egzogenne. Podobny skład ilościowy i jakościowy aminokwasów występuje w owocach odmian uprawianych w Polsce (4).

### **Olejki eteryczne**

Większość badaczy uważa, że owoce rokitnika *Hippophae rhamnoides* L. mają unikalny zapach, który jest nieporównywalny z innymi owocami. Zapach ten tworzą mieszaniny estrów alkoholi i kwasów krótkołańcuchowych. Bal i wsp. (10) analizując piśmiennictwo, ustalili, że owoce rokitnika zawierają 3-etylometylobutan, butylopentan, 2-metylopropylo-3-metylobutan, 3-pentylometrylobutan i etyloheksan. Hirvi i Honkanen (21) w owocach pozyskanych z krzewu *Hippophae rhamnoides* zidentyfikowali w sumie 60 olejków eterycznych, wśród których dominowały etylobutan i 3-metylobutan.

### **Biopierwiastki**

W przypadku owoców rokitnika znaczną część składników mineralnych stanowią pierwiastki biologicznie aktywne wchodzące w skład otoczki białkowej oleosomów (4). Ilość składników mineralnych w owocach pozyskanych z krzewów rokitnika uprawianych w Polsce wynosiła 0,33-0,43%, w tym ilość popiołu w miąższu stanowiła 0,28%, w nasionach 2,12%, a w skórce 0,79% (4). W owocach odmian azjatyckich zawartość popiołu jest wyższa i mieści się w przedziale 1,76-1,8%. W miąższu popiół stanowi 0,91-1,34%, w nasionach 1,76-1,92%, podczas gdy w skórce 2,5-3,8% (8, 15). Najwyższa zawartość popiołu w owocach zebranych z krzewów rosnących w Pakistanie wynosiła 3,12-3,26% (10). Wysoki poziom popiołu jest wynikiem zwiększonej zawartości suchej masy. Ocenia się, że w owocach rokitnika

występują co najmniej 24 pierwiastki, w tym m.in. azot, fosfor, żelazo, mangan, bor, wapń, glin, krzem i potas (4, 10, 11, 18). Dominującym pierwiastkiem jest potas, a jego zawartość mieści się w przedziale 10,12-14,84 mg/kg w miąższu oraz 9,33-13,42 mg/kg w nasionach (10). W polskich odmianach suma wymienionych pierwiastków wynosi 190-212 mg/kg, a dominującymi pierwiastkami są: sód, wapń i magnez (4).

### Substancje bioaktywne frakcji lipofilnej owoców rokitnika

#### Lipidy

Większość owoców pozyskiwanych z drzew i krzewów naszej strefy klimatycznej gromadzi lipidy w nasionach oraz w niewielkiej ilości w skórce. Zawartość lipidów w miąższu owoców jest znikoma. Wyjątek stanowią owoce rokitnika, które w odróżnieniu od owoców drzew i krzewów jagodowych charakteryzują się znaczną ilością lipidów zgromadzonych w miąższu w postaci kuleczek, tzw. oleosomów. Zawartość lipidów w owocach świeżych stanowi 3,67-6,17% (4, 7). Otrzymane wartości odnoszą się do tzw. lipidów całkowitych, wyodrębnionych mieszaniną chloroform-metanol (2:1). Lipidy owoców rokitnika składają się z kwasów tłuszczowych, wśród których dominują kwas palmitynowy i palmitooleinowy, których udział w ogólnej ilości kształtuje się na poziomie odpowiednio 32-39 i 36-41%. Około 10-20% pozostałych kwasów tłuszczowych stanowią kwasy: oleinowy i linolowy (22). Natomiast Cakir (23) podaje, że zawartość kwasu palmitooleinowego w lipidach owoców zebranych z krzewów rosnących w Azji wynosiła 47,8%, a kwasu palmitynowego 29,3%.

#### Karotenoidy

Owoce rokitnika swoją intensywną barwę zawdzięczają bogatej mieszaninie karotenoidów. Z około 600 opisanych w piśmiennictwie barwników karotenoidowych 39 zostało zidentyfikowanych w owocach rokitnika (24, 25). Najważniejsze z nich to:  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, likopen i zeaksantyna (4, 7). W komórkach owoców karotenoidy występują w formie wolnej i związanej, natomiast kompleksy karotenoidów z lipoproteinami znajdują się w błonach i ciałach mezokarpu. Karotenolipoproteiny zlokalizowane są przede wszystkim w błonach komórkowych, tworząc kompleksy z polarnymi lipidami, pełniąc funkcję związków pomostowych między polarnymi grupami białek i niepolarnymi grupami karotenoidów (11).

Skład jakościowy i ilościowy zależy przede wszystkim od odmiany, warunków glebowych i klimatycznych.

Zawartość karotenoidów w świeżych owocach waha się w przedziale 10-120 mg/100 g. Andersson i wsp. (25) podają, że ogólna zawartość karotenoidów w owocach rokitnika, w zależności od roku zbiorów i odmiany, mieści się w przedziale od 1,5 do 18,5 mg/100 g. Największą zawartość karotenoidów oznaczono w skórce, następnie w miąższu, a najmniejszą w nasionach (26). W polskim piśmiennictwie ilość karotenoidów, w zależności od odmiany rokitnika, podawana jest na poziomie 7,94-28,16 mg/100 g (4, 7, 9). Niemieccy badacze donoszą, że w owocach rokitnika oznaczono zawartość samego  $\beta$ -karotenu w granicach 0,9-18 mg/100 g świeżej masy (27, 28).

W owocach rokitnika lipidy, a wraz z nimi karotenoidy magazynowane są w różnych częściach owocu. W oleju pochodzącym z nasion rokitnika zawartość karotenoidów mieści się w przedziale 50-85 mg/100 g, natomiast w oleju pozyskanym z miąższu, w zależności od odmiany, od 330 do 1000 mg/100 g oleju (11, 19, 25). Na podstawie dotychczasowych badań można stwierdzić, że owoce rokitnika są bogatym źródłem  $\beta$ -karotenu i przewyższają poziom tego związku w owocach i warzywach tradycyjnie uważanych za bogate źródło tego związku.

#### Tokoferole

Zawartość tokoferoli w owocach rokitnika w dużej mierze zależy od odmiany, terminu i roku zbioru plonów. Ogólna zawartość tokoferoli w owocach mieści się w przedziale 3,35-6,27 mg/100 g świeżej masy owoców (4). Z badań prowadzonych przez Anderssona i wsp. (29) wynika, że poziom  $\alpha$ -tokoferolu w owocach rokitnika maleje podczas dojrzewania, natomiast wzrasta poziom  $\delta$ -tokoferolu. Zespół ten stwierdził, że zawartość  $\alpha$ -tokoferolu w owocach rokitnika w miesiącu lipcu była na poziomie 40,3 mg/100 g s.m., natomiast we wrześniu zmalała ponad 10% i wynosiła 35,6 mg/100 g s.m. owoców. Odwrotną tendencję zaobserwowano w przypadku  $\delta$ -tokoferolu, którego ilość w miesiącu lipcu wynosiła zaledwie 2,0 mg/100 g s.m. i wzrosła do 18,9 mg/100 g s.m. w miesiącu wrześniu. Zielone owoce rokitnika zawierają od 6 do 11 mg/100 g  $\gamma$ -tokoferolu w oleju, zawartość ta zmniejsza się podczas dojrzewania do ilości śladowych. Olej otrzymany z dojrzałych owoców rokitnika zawiera od 101,4 do 128,3 mg/100 g tokoferoli ogółem. Natomiast zawartość tokoferoli w oleju otrzymanym z nasion wynosi 207 mg/100 g, miąższu 171 mg/100 g i z wyłoków 300-600 mg/100 g (19).

Ustalono, że 62,5-67,9% ogólnej sumy tokoferoli stanowi  $\alpha$ -tokoferol, a 32,1-37,5%  $\delta$ -tokoferol (30-32). Na wyższą zawartość tokoferoli w oleju, uzyskanym z miąższu owoców rokitnika, zwraca uwagę

Rajchal (33). Podaje on, że zawartość tokoferoli ogółem w oleju uzyskanym z miąższu mieściła się w granicach 255-435 mg/100 g, a w oleju uzyskanym z nasion 102-278 mg/100 g (33).

#### **Fitosterole**

Fitosterole roślinne to chemiczne homologi cholesterolu, różniące się stopniem nasycenia i konfiguracją łańcuchową. W owocach różnych odmian rokitnika uprawianego w Polsce północno-wschodniej zawartość steroli stanowi 7,68-17,53 mg/100 g owoców, a w niektórych latach nawet 39,02-47,84 mg/100 g owoców (4, 7). W różnych częściach owoców zawartość steroli jest różna i tak w nasionach określana jest na poziomie 120,0-180,0 mg/100 g, w miąższu – 24,0-40,0 mg/100 g oraz owocach całych – 34,0-52,0 mg/100 g (34).

W większości prac zawartość steroli podawana jest w przeliczeniu na olej. Ogólna ilość steroli w oleju rokitnikowym mieściła się w przedziale od 820,60 do 1227,20 mg/100 g (34). Wyższą zawartość steroli ogółem zawiera olej uzyskany z oleosomów owoców rokitnika (1227,20 mg/100 g), zaś najniższą olej z wyłoków (820,60 mg/100 g) (4). Wielu autorów podaje wartości na poziomie 1,30-1,80 g/100 g oleju (10, 35-37). Jeszcze wyższe wyniki zawartości steroli w oleju z nasion owoców rokitnika (3,30-5,50 g/100 g) uzyskali Sabir i wsp. (38).

Z danych piśmiennictwa wynika, że we frakcji lipidowej pochodzącej z owoców rokitnika zidentyfikowano 14 steroli (7, 37). Dominującym steroidem jest  $\beta$ -sitosterol. W 100 g oleju znajduje się 748 mg tego związku, zawartość kampasterolu jest na poziomie 22,5 mg/100 g (4, 7, 36, 37). Stwierdzono, że największą aktywnością biologiczną charakteryzuje się  $\beta$ -sitosterol o strukturze najbardziej zbliżonej do struktury cholesterolu. Zajmuje on miejsce cholesterolu pokarmowego w miscelach wytworzonych w świetle jelit, dzięki czemu wchłanianie cholesterolu w organizmie ulega zmniejszeniu (34, 35, 37).

#### **Związki polifenolowe**

Owoce rokitnika są bogatym źródłem substancji chemicznych o właściwościach przeciwutleniających (10). Głównymi przeciwutleniaczami są: kwas askorbinowy, tokoferole, karotenoidy oraz związki polifenolowe, takie jak flawonoidy, kwasy fenolowe i depsydy (39, 40). Całkowitą zawartość związków polifenolowych określa się w przedziale 128,66-282,75 mg/100 g owoców (4). Teleszko i wsp. (8) podają, że ogólna ilość flawonoidów wynosi od 212,89 do 407,48 mg/100 g owoców. Główną grupę polifenoli w owocach rokitnika stanowią flawonole. Ich średnia

zawartość wynosi 311,55 mg/100 g owoców (8, 39, 40). Spośród zidentyfikowanych flawonoidów w największej ilości występuje izoramnetyna, a następnie 3-O-13-D-glukozyd izoramnetyny, rutyna, kwercetyna, mirycetyna i kemferol (8, 39, 40).

#### **Związki biologicznie aktywne liści rokitnika**

Liście rokitnika charakteryzują się dużą różnorodnością składników odżywczych oraz aktywnych biologicznie, zwłaszcza polifenoli. Substancje te reprezentowane są przez: flawonole, leukoantocyjanidyny, (-)-epikatechiny, (+) gallokatychiny, kwas galusowy i galusany (1, 51-53). Guan i wsp. (41) stwierdzili, że świeże liście rokitnika są bogate w karotenoidy (26,3 mg/100 g) oraz chlorofil (98,8 mg/100 g). Liście rokitnika zawierają znaczne ilości białka (20,7%). Ponadto stwierdzono występowanie w nich aminokwasów (0,73% lizyny, 0,13% metioniny i cystyny) (42), soli mineralnych (Ca, Mg i K), kwasu foliowego, katechin, estryfikowanych steroli, triterpenów i izoprenoli (41-43).

#### **Właściwości lecznicze substancji biologicznie aktywnych owoców rokitnika**

Naukowo umotywowana, biologiczna aktywność wielu substancji chemicznych obecnych w rokitniku, stała się przyczyną zainteresowania przemysłu spożywczego, farmaceutycznego i kosmetycznego w kontekście surowca do produkcji żywności funkcjonalnej, suplementów diety oraz ekstraktów leczniczych.

Do wytwarzania używek typu herbaty, żywności (soki, dżemy, oleje) i preparatów farmaceutycznych wykorzystywane są wszystkie części morfologiczne krzewów rokitnika, ale przede wszystkim owoce i liście. Ocenia się, że w owocach i liściach rokitnika znajduje się wiele związków biologicznie aktywnych o różnorodnym oddziaływaniu na organizm ludzi, zwierząt i drobnoustrojów (tab. 2, 3).

Analizując tematykę opisaną w światowym piśmiennictwie naukowym, można wyróżnić kilka obszarów badawczych, które dotyczą wspomagającej funkcji produktów i preparatów otrzymanych z poszczególnych części morfologicznych krzewu rokitnika. Dotyczy to terapii nowotworowej, chorób sercowo-naczyniowych, chorób gastrologicznych, wątroby i urologicznych, a także leczenia miejscowego chorób dermatologicznych. Owoce i liście rokitnika charakteryzują się dużą zawartością związków hydrofilnych i lipofilnych o właściwościach przeciwutleniających.

Silne działanie przeciwutleniające przypisuje się głównie flawonoidom, tokoferolom, karotenoidom oraz witaminie C. Najwięcej prac poświęcono

**Tab. 2.** Farmakologiczna aktywność różnych części krzewu rokitnika (1, 43)

| Część rośliny              | Działanie farmakologiczne  | Badane organizmy |
|----------------------------|--|------------------|
| Liście                     | przeciwutleniające, immunoregulujące, cytoochronne   | szczury          |
|                            | przeciwstresowe, adaptogenne   | szczury          |
|                            | zapobiegające niedotlenieniu, przeciwwysięgowe   | szczury          |
|                            | hepatoochronne   | szczury          |
|                            | leczące ostre i przewlekłe rany oparzeniowe  | szczury          |
|                            | przeciwzapalne   | szczury          |
|                            | przeciwbakteryjne i przeciwwirusowe  | myszy, szczury   |
| Owoce                      | przeciwutleniające, cytoochronne   | szczury          |
|                            | przeciwstresowe  | szczury          |
|                            | ochraniające przed promieniowaniem   | myszy, szczury   |
| Olej z nasion              | zapobiegające niedotlenieniu, przeciwwysięgowe   | szczury          |
|                            | przeciwmiażdżycowe   | króliki          |
|                            | wspomagające aktywność wątroby   | królik           |
|                            | przyspieszające gojenie się ran, zapobiegające atopowemu zapaleniu skóry i uszkodzeniom błon śluzowych | szczury          |
|                            | ochraniające drogi oddechowe przed dymem siarki  | szczury          |
| Olej z pulpy owocowej      | przeciwcukrzycowe i przeciwmiażdżycowe   | ludzie           |
|                            | wspomagające leczenie ran skóry i błon śluzowych   | ludzie           |
|                            | leczące choroby sercowo-naczyniowe, przeciwmiażdżycowe   | ludzie           |
| Flawony izolowane z owoców | przyspieszające leczenie ran   | szczury          |
|                            | przeciwbólowe, przeciwutleniające, immunoregulujące  | szczury          |

**Tab. 3.** Właściwości lecznicze wybranych związków biologicznie aktywnych rokitnika (1, 43)

| Substancje bioaktywne                    | Właściwości lecznicze   |
|--|---|
| Tokoferole                               | działanie przeciwutleniające i łagodzące ból  |
| Karotenoidy                              | działanie przeciwutleniające, wspomagające syntezę kolagenu, przyspieszające epitelializację                            |
| Witamina K                               | zapobiegające krwawieniom, przyspieszające gojenie ran, działanie przeciwwrzdodowe                                      |
| Witamina C                               | działanie przeciwutleniające, zapobiegające uszkodzeniom błon komórkowych, wspomagające syntezę kolagenu                |
| Witaminy z grupy B                       | stymulujące odnowę komórek, w tym komórek nerwowych   |
| Fitosterole                              | poprawiające mikrokrażenie w skórze, działanie przeciwwrzdodowe, przeciwmiażdżycowe, przeciwnowotworowe, przeciwzapalne |
| Związki polifenolowe                     | przeciwutleniające, cytoochronne, kardioochronne, przyspieszające gojenie ran   |
| Wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) | immunoregulujące, neuroochronne, przeciwnowotworowe   |
| Kwasy organiczne                         | zmniejszające ryzyko zawału serca i udaru mózgu, przeciwwrzdodowe, przeciwreumatyczne, przyspieszające gojenie się ran  |
| Kumaryny i triterpeny                    | poprawiające apetyt, polepszające sen, pamięć i uczenie się   |
| Cynk                                     | polepszające krążenie krwi, przeciwnowotworowe, pobudzające podziały komórkowe, zwiększa przyswajanie witamin           |

flawonoidom występującym we wszystkich częściach rośliny. Ustalono, że podawane w diecie w postaci żywności, suplementów lub ekstraktów alkoholowych, odpowiedzialne są za efekty przeciwutleniające i przeciwnowotworowe. Chronią komórki przed uszkodzeniem oksydacyjnym, a w następstwie mutacją genetyczną i ostatecznie chorobą nowotworową (42-44). Interesujące są osiągnięcia autorów (45, 46), którzy we wstępnych badaniach laboratoryjnych stwierdzili zwiększenie odporności immunologicznej i oddziaływanie przeciwnowotworowe oleju z nasion rokitnika. Z kolei inne badania wykazały szybszą odbudowę systemu krwiotwórczego zwierząt doświadczalnych karmionych olejem z rokitnika, po chemioterapii (47).

Korzystne oddziaływanie preparatów rokitnikowych w chorobach układu krążenia jest znane w medycynie tradycyjnej od ponad tysiąca lat. Najnowsze badania dowiodły, że pozytywne efekty są zasługą flawonoidów obecnych w różnych częściach rośliny oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych występujących w olejach pozyskiwanych z nasion i miąższu owoców. Dieta z dodatkiem oleju rokitnikowego może poprawić funkcje układu sercowo-naczyniowego (42, 43), a jednocześnie zapobiegać chorobie wieńcowej serca (43, 48, 49). W ostatnich latach zwraca się uwagę na przeciwuczkrycowe właściwości preparatów i ekstraktów rokitnikowych (50). Ich zastosowanie powoduje: obniżenie poziomu glukozy we krwi, usuwanie wolnych rodników (50), zmniejszanie podatności lipoprotein o małej gęstości (LDL) na utlenianie (43, 49) oraz obniżanie ciśnienia tętniczego krwi (50). Wielu badaczy zwraca

uwagę na właściwości immunochronne produktów wytwarzanych z owoców i liści rokitnika. Preparaty te mają własności detoksykacyjne. Najlepiej poznane są właściwości oleju rokitnikowego i jego korzystny wpływ na odnowę tkanek, w tym błon śluzowych żołądka (50), dwunastnicy (51), a także dróg oddechowych i dróg moczowych (50).

Liście rokitnika zawierają związki hamujące wzrost takich drobnoustrojów, jak *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* i *Enterococcus faecalis* (50). Ponadto olej z nasion wykazuje aktywność przeciwbakteryjną wobec *Escherichia coli* (52). W dermatologii olej i liście rokitnika stosowane są w przypadku rekonwalescencji pourazowej skóry oraz podczas gojenia ran wywołanych chorobami skóry (53). Kwas palmitooleinowy, składnik oleju rokitnika, jest składnikiem tkanki tłuszczowej skóry. Aktualnie najpopularniejszym preparatem jest olej rokitnikowy pozyskiwany z nasion, miąższu i wycisków. Skład chemiczny tych trzech olejów prezentuje tabela 4. Duże nadzieje pokłada się w wytwarzanych w kraju preparatach oleosomowych. W praktyce kosmetycznej kremy z dodatkiem oleju rokitnikowego i oleosomu wzmacniają komórki skóry, przyspieszają gojenie się ran zwykłych i popromiennych, chronią skórę przed promieniowaniem UV (10, 54, 55). Ponadto olej z rokitnika zalecany jest przy leczeniu uszkodzeń skóry spowodowanych promieniowaniem radioaktywnym, odleżynami i egzemą.

Według Suryakumar i Gupta (43) olej z owoców rokitnika stosowany jest pomocniczo przy leczeniu

**Tab. 4.** Średnia zawartość wybranych składników chemicznych w oleju z nasion, miąższu i wycisków owoców rokitnika (33, 54)

| Składniki chemiczne                             | Olej z nasion | Olej z miąższu | Olej z wycisków | Oleosom |
|---|---------------|----------------|-----------------|---------|
| Zawartość lipidów (g/100 g)                     | 100           | 100            | 100             | 40      |
| Zawartość białka (g/100 g)                      |               |                |                 | 3,8     |
| Witamina E (mg/100 g)                           | 207           | 171            | 300-600         |         |
| Witamina K (mg/100 g)                           | 110-230       | 54-59          |                 |         |
| Zawartość karotenoidów (mg/100 g)               | 30-250        | 300-870        | 1280-1860       |         |
| Ogólna zawartość kwasów organicznych (mg/100 g) | 11            | 38             |                 |         |
| Ogólna zawartość flawonoidów (mg/100 g)         |               |                | 55              |         |
| Ogólna zawartość steroli (mg/100 g)             | 1094          | 721            |                 |         |
| Kwasy tłuszczowe nienasycone (%) <sup>1</sup>   | 87            | 67             | 70              |         |
| Kwasy tłuszczowe nasycone (%) <sup>1</sup>      | 13            | 33             | 30              |         |

<sup>1</sup>Zawartość w puli kwasów tłuszczowych

chorób układu pokarmowego, wątroby, skutecznie leczy odmrożenia i oparzenia. Cybula i Wszelaki (56) twierdzą, że doustne stosowanie oleju z rokitnika w chorobie wrzodowej żołądka w znaczny sposób zmniejsza dolegliwości i skutecznie wspomaga gojenie nadżerek. Doniesienia te potwierdzają badania innych autorów (1, 43, 54). Na podstawie badań przeprowadzonych na zwierzętach doświadczalnych twierdzą oni, że olej uzyskany z owoców i nasion rokitnika wykazuje właściwości lecznicze i zapobiegające przy wrzodach żołądka. Ponadto podają, że w organizmach zwierząt karmionych paszą z dodatkiem oleju rokitnikowego wzrastał poziom witaminy A, tokoferoli i steroli oraz zmieniał się skład kwasów tłuszczowych.

Olej rokitnikowy swoje lecznicze właściwości w dużym stopniu zawdzięcza wysokiej zawartości kwasu palmitoolejowego oraz fitosteroli. Kim i wsp. (57) przeprowadzili badania, w których dowodzą, że ekstrakty alkoholowe z owoców rokitnika wykazują na tyle duży potencjał przeciwutleniający, że mogą być stosowane zapobiegawczo przy fotostarzeniu się skóry.

#### Piśmiennictwo

1. Christaki E. *Hippophae Rhamnoides* L. (Sea Buckthorn): a Potential Source of Nutraceuticals. Food and Public Health 2012; 2(3):69-72. 2. Erkkola R, Yang B. Sea buckthorn oils: towards healthy mucous membranes. Agro Food Ind Hi-tech 2003; 3:53-57. 3. Basu M, Prasad R, Jayamurthy P i wsp. Antiaterogenic effects of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed oil. Phytomedicine 2007; 14:770-77. 4. Piłat B. Owoce rokitnika (*Hippophae rhamnoides* L.) jako źródło substancji biologicznie aktywnych. Praca doktorska. Biblioteka UWM Olsztyn 2014. 5. Piłat B, Bieniek A, Zadernowski R. Rokitnik zwyczajny (*Hippophae rhamnoides* L.) jako alternatywna roślina sadownicza. Pol J Natur Sc 2015; 30, 4:417-30. 6. Piłat B, Zadernowski R, Bieniek A. Charakterystyka chemiczna różnych odmian rokitnika. Bromat Chem Toksykol 2012; XLV, 3:897-901. 7. Czaplicki S. Nasiona zmięłowca jako źródło bioolejów roślinnych stabilizowanych olejem rokitnikowym. Praca doktorska. Biblioteka UWM Olsztyn 2005. 8. Teleszko M, Wojdyło A, Rudzińska M i wsp. Analysis of Lipophilic and Hydrophilic Bioactive Compounds Content in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berries. J Agric Food Chem 2015; 63(16):4120-9. 9. Lipowski J, Marszałek K, Skąpska S i wsp. Charakterystyka owoców wybranych odmian rokitnika pospolitego (*Hippophae rhamnoides* L.) uprawianych w Polsce. Przem Ferm Owoc-Warz 2012; 56(7/8):18-22. 10. Bal LM, Venkatesh M, Naik SN i wsp. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmeceuticals. Food Res In 2011; 44:1718-27. 11. Zeb A. Chemical and Nutritional Constituents of Sea Buckthorn Juice. Pak J Nutr 2004; 3(2):99-106. 12. Nesterowicz J, Zadernowski R, Markiewicz K i wsp. Charakterystyka owoców wybranych odmian rokitnika. Natural Sciences 1999; (3):235-44. 13. Kallio H, Yang B, Peippo P. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries. J Agric Food Chem 2002; 50:6136-42. 14. Zheng J, Kallio H, Linderborg K i wsp. Sugars, sugar alcohols, fruit acids, and ascorbic acid in wild Chinese sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*) with special

reference to influence of latitude and altitude. Food Res. Int. 2011; 4:2018-26. 15. Tiitinen KM, Hakala MA, Kallio HP. Quality Components of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) Varieties. J Agric Food Chem 2005; 53(5):1692-99. 16. Bekker NP, Glushenkova AI. Components of certain species of the *Elaeagnaceae* family. Chem Nat Compounds 2001; 37:97-116. 17. Green C. Physicochemical properties and phenolic composition of selected saskatchewan fruits: buffaloberry, chokecherry and sea buckthorn. A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Applied Microbiology and Food Science University of Saskatchewan Saskatoon. 2007. 18. 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 (*Hippophae rhamnoides* ssp. *mongolica*) berry juice. J Agric Food Chem 2012; 60(12):3180-9. 19. Zhang W, Yan J, Duo J i wsp. Preliminary study of biochemical constitutions of berry of sea buckthorn growing in Shanxi province and their changing trend. Proceedings of international symposium on sea buckthorn (*H. rhamnoides* L.), Xian, China, 1989; Oct 19-23:96-105. 20. Chen T. Studies of the biochemical composition of Hippophae and its quality assessment in Gansu Province. Hippophae 1988; 1:19-26. 21. Hirvi T, Honkanen E. The aroma of the fruit of sea buckthorn, *Hippophae rhamnoides* L. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung 1984; A 179: 387-8. 22. Zadernowski R, Nowak-Polakowska H, Lossow B i wsp. Sea-buckthorn lipids. J Food Lipids 1997; 4:165-7. 23. Cakir A. Essential oil and fatty acid composition of the fruits of *Hippophae rhamnoides* L. (Sea Buckthorn) and *Myrtus communis* L. from Turkey. Biochemical Systematics and Ecology 2004; 32:809-16. 24. Zeb A, Mehmood S. Carotenoids Contents from Various Sources and Their Potential Health Applications. Pakistan Journal of Nutrition 2004; 3 (3):199-204. 25. Andersson SC, Olsson ME, Johansson E i wsp. Carotenoids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries during ripening and use of pheophytin as a maturity marker. J Agric Food Chem 2009; 57(1):250-8. 26. Yang B, Kallio HP. Sea buckthorn (*Hippophae* L.). [In:] Seabuckthorn (*Hippophae* L.), a Multipurpose Wonder Plant. Vol. II: Biochemistry and Pharmacology. Editor-in-Chief: Viren-dra Singh – 2006. A multipurpose wonder plant. Vol. II. Biochemistry and Pharmacology. Daya Publishing House Delhi 2007. 27. Mörsel JT, Mörsel C. Die Beurteilung der Qualität von Sanddornzerzeugnissen. Flüss Obst 2003; 70(5):272-5. 28. Heilscher K, Mörsel JT: Sanddornbeere – altbekannt und sehr innovative. Flüss Obst 2002; 5:311-24. 29. Andersson SC, Rumpunen K, Johansson E i wsp. Tocopherols and tocotrienols in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries during ripening. J Agric Food Chem 2008; 56(15):6701-6. 30. Zadernowski R, Naczek M, Amarowicz R. Tocopherols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry oil. J Am Oil Chem Soc 2003; 80:55-8. 31. Kallio H, Yang B, Peippo P. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries. J Agric Food Chem 2002; 50:6136-42. 32. Kallio H, Yang B, Peippo P i wsp. Triacylglycerols, glycerophospholipids, tocopherols, and tocotrienols in berries and seeds of two subspecies (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). J Agric Food Chem 2002; 50(10):3004-9. 33. Rajchal R. Sea buckthorn (*Hippophae salicifolia*) management guide. Submitted to the Rufford Small Grants for Nature Conservation 2009. 34. Yang B, Karisson RM, Okaman PH i wsp. Phytosterols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries: Identification and effects of different origins and harvesting times. J Agric Food Chem 2001; 49:5620-9. 35. Moreau RA, Whitaker BD, Hicks KB. Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: structural diversity,

- quantitative analysis, and health promoting uses. *Prog Lipid Res* 2002; 41:457-500. **36.** Moreau RA, Norton RA, Hicks KB. Phytosterols and phytosterols lower cholesterol. *Intern News on Fats, Oils and Related Materials* 1999; 10:572-7. **37.** Cenkowski S, Yakimishche NR, Przybylski R i wsp. Quality of extracted sea buckthorn seed and pulp oil. *Canad Biosyst Engin* 2006; 48:3-9. **38.** Sabir SM, Aqsood H, Ahmed SD i wsp. Chemical and nutritional constituents of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *turkes-tanica*) berries from Pakistan. *Ital J Food Sci* 2005; 17(4):455-62. **39.** Rösch 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(15):4233-9. **40.** Zadernowski R, Naczek M, Czaplicki S i wsp. Composition of phenolic acids in Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *J Am Oil Chem Soc* 2005; 82(3):175-9. **41.** Guan TTY, Cenkowski S, Hydamaka A. Effect of drying on the nutraceutical quality of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *sinensis*) leaves. *J Food Sci* 2005; 70: E514-8. **42.** Biswas A, Bharti VK, Acharya S i wsp. Sea buckthorn: new feed opportunity for poultry in cold arid Ladakh region of India. *World's Poultry Sci J* 2010; 70:7-14. **43.** Suryakumar G, Gupta A. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *J Ethnopharmacol* 2011; 138:268-78. **44.** Gao X, Ohlander M, Jeppsson N i wsp. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *J Agric Food Chem* 2000; 48:1485-90. **45.** Yu L. Effects of *Hippophae rhamnoides* juice on immunologic and antitumor functions. *Acta Nutr Sin* 1993; 15:280-3. **46.** Zhong F. Effects of the total flavonoid of *Hippophae rhamnoides* on nonspecific immunity in animals. *Shanxi Med J* 1989; 18(1):9-10. **47.** Chen Y, Zhong X, Liu T i wsp. Study on the effects of the oil from *Hippophae rhamnoides* in hematopoiesis. *Chin Herbal Drugs* 2003; 26(8):572-5. **48.** Suomela JP, Ahotupa M, Yang B i wsp. Absorption of flavonoids derived from Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and their effect on emerging risk factors for cardiovascular disease in humans. *J Agric Food Chem* 2006; 54:7364-9. **49.** 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. **50.** Wang B, Lin L, Ni Q i wsp. *Hippophae rhamnoides* Linn. For treatment of diabetes mellitus: a review. *J Med Plants Res* 2011; 5:2599-607. **51.** Lavinia S, Gabi D, Drinceanu D i wsp. The effect of medicinal plants and plant extracted oils on broiler duodenum morphology and immunological profile. *Roman Biotech Lett* 2009; 14:4606-16. **52.** Kaushal M, Sharma PC. Nutritional and antimicrobial property of sea buckthorn (*Hippophae* sp.) seed oil. *J Sci Ind Res* 2011; 70:1033-6. **53.** Upadhyay NK, Kumar R, Mandotra SK i wsp. Safety and healing efficacy of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed oil on burn wounds in rats. *Food Chem Toxicol* 2009; 47:1146-53. **54.** Kumar R, Kumar GP, Chaurasia OP i wsp. Phytochemical and pharmacological profile of Sea buckthorn oil: a review. *Res J Med Plant* 2011; 5:491-9. **55.** Tiwari S, Bala M. *Hippophae* leaves prevent immunosuppression and inflammation in 60Co- $\gamma$ -irradiated mice. *Phytopharmacol* 2011; (1):35-48. **56.** Cybula M, Wszelaki M. Lecznice zastosowanie oleju rokitnikowego. *Post Fitoter* 2001; (2-3):24-5. **57.** Kim H, Cho H, Seo Y-K i wsp. Inhibitory effects of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) seed on UVB-induced photoaging in human dermal fibroblasts. *Biotechnol Bioproc Eng* 2012; 17:465-74.

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

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 24.03.2016

zaakceptowano/accepted: 15.04.2016

Adres/address:

\*dr inż. Beata Piłat

Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Pl. Cieszyński 1/322, 10-957 Olsztyn

tel. +48 (89) 523-37-70

e-mail: beata.pilat@uwm.edu.pl