

*Ryszard Zadernowski^{1, 2}, Beata Piłat²

Preparaty z owoców rokitnika w profilaktyce i terapii niektórych chorób geriatrycznych – aktualny stan badań

Preparations of sea buckthorn berries in the prevention and therapy of some geriatric diseases – the current state of research

¹Zakład Towaroznawstwa i Bezpieczeństwa Żywności, Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży
Dziekan Wydziału: dr hab. inż. Andrzej Borusiewicz

²Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydział Nauki o Żywności,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Kierownik Katedry: prof. dr inż. Iwona Zofia Konopka

SUMMARY

*In recent years, interest in the consumption of sea buckthorn fruit (*Hippophaë rhamnoides* L.) in the form of dietary supplements has increased. This is due to the fact that new evidence is constantly published confirming the healing properties of bioactive substances extracted from sea buckthorn berries. This monograph contains current information on the use of sea-buckthorn fruit preparations for prophylaxis and therapy, some geriatric diseases such as urinary tract diseases, prostate diseases and type II diabetes. In addition, it supplements the knowledge provided in an earlier publication published in "Progress of Phytotherapy" in 2019. The paper presents the results of research, pharmacological and clinical tests, of sea-buckthorn products that have appeared in recent years. The purpose of the review is to assess the level of scientific evidence confirming health claims and indications for use, of sea buckthorn fruit dietary supplements.*

Keywords: sea buckthorn, bioactive substances, prostate, type 2 diabetes

STRESZCZENIE

*W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie konsumentów suplementami diety produkowanymi z owoców rokitnika (*Hippophaë rhamnoides* L.). Wynika to z faktu, że stale publikowane są nowe dowody potwierdzające właściwości lecznicze substancji bioaktywnych wyodrębnianych z owoców rokitnika. Niniejsza monografia zawiera aktualne informacje na temat zastosowania preparatów z owoców rokitnika w profilaktyce i terapii niektórych chorób geriatrycznych, takich jak choroby układu moczowego, prostaty i cukrzyca typu 2. Ponadto uzupełnia wiedzę podaną we wcześniejszej publikacji zamieszczonej w „Postęпах Fitoterapii” w 2019 roku. W pracy przedstawiono wyniki badań farmakologicznych i klinicznych produktów z rokitnika, jakie ukazały się na przestrzeni ostatnich lat. Celem przeglądu jest ocena poziomu dowodów naukowych potwierdzających oświadczenia zdrowotne i wskazania do stosowania produkowanych z owoców rokitnika suplementów diety.*

Słowa kluczowe: rokitnik, substancje bioaktywne, prostata, cukrzyca typ 2

Wstęp

Choroby wieku podeszłego pojawiające się u seniorów najczęściej są leczone farmakologicznie. W ostatnich latach ukazały się publikacje zwracające uwagę

na możliwości wspomagania terapii niektórych z nich naturalnymi substancjami bioaktywnymi, pozyskiwanymi z surowców roślinnych, w tym owoców rokitnika. Okazało się bowiem, że rośliny gromadzą, w różnych

częściach, różnorodne bioaktywne substancje chemiczne, mogące oddziaływać na nasz organizm. Jedną z takich roślin jest rokitnik (*Hippophaë rhamnoides* L.), krzew liściasty z rodziny *Elaeagnaceae*, porastający centralne obszary kontynentu euroazjatyckiego i Kanady (1, 2). Znaczenie terapeutyczne różnych części rokitnika opisywano w tradycji medycznej narodów euroazjatyckich (Rosji, Chin, Tybetu itd.). Dostępnych jest wiele opracowań wskazujących na przydatność terapeutyczną tej rośliny, a właściwości lecznicze owoców rokitnika są dość dobrze udokumentowane w literaturze światowej (3-5).

W artykule przedstawiono aktualny stan badań nad możliwościami wykorzystania wybranych preparatów otrzymywanych z owoców rokitnika w profilaktyce i terapii niektórych chorób geriatrycznych, takich jak: choroby układu moczowego, prostaty i cukrzycy typu 2. Autorzy artykułu od wielu lat badają owoce rokitnika i były one przedmiotem kilku prac doktorskich oraz projektu naukowego (6, 7), a wyniki tych badań stały się inspiracją do napisania tej pracy. Owoce rokitnika to naturalna „mikrofitoapteka”, co uzasadniają liczne obserwacje epidemiologiczne oraz badania. W ramach wspomnianego powyżej projektu (6) opracowano technologię otrzymywania kilku preparatów zaliczanych do suplementów diety, wdrożonych lub aktualnie wdrażanych do powszechnego użytku i stosowania.

Preparaty z owoców rokitnika jako suplementy diety

Owoce rokitnika zawierają 80-90% wody, jedynie owoce zbierane w krajach o suchym klimacie mają jej mniej. Aktualnie istnieje światowa tendencja zmierzająca do zwiększania suchej masy w owocach rokitnika, a następnie wykorzystywanie ich jako komponentów suplementów diety. Opracowane technologie bazują na koncentracji składników poprzez całkowite lub częściowe usunięcie wody, wyodrębnianie substancji bioaktywnych ze świeżych lub wysuszonych owoców poprzez ługowanie, ekstrakcję, ultrafiltrację itp. W ramach realizowanego projektu autorzy artykułu opracowali technologię otrzymywania suplementów diety mogących wspomagać leczenie chorób, w tym m.in. choroby układu moczowego, prostaty i cukrzycy typu 2, chorób układu krążenia i wielu innych dolegliwości. Opracowano sposób produkcji trzech grup produktów zalecanych do stosowania jako suplementy diety. Pierwszą grupę stanowią produkty suche: (a) owoce lub (b) wyłoki/młóto liofilizowane, rozdrobione i kapsułkowane, (c) preparat suszony soku rokitnikowego z dodatkiem maltodekstryny. Drugą

grupę – wyciągi lub ekstrakty z owoców i wyłoków suchych: (a) wodny lub etanolowy ekstrakt z owoców rokitnika (tabletkowany), (b) preparat karotenoido-fosfolipidowy na bazie błonnika, (c) preparat karotenoido-fosfolipidowy (tabletkowany). Wszystkie produkowane na bazie owoców rokitnika suplementy diety mogą być wzbogacane dodatkowo w witaminy i pierwiastki bioaktywne. Trzecią grupę stanowią oleje: (a) bioolej rokitnikowy z miąższu (*oil from fruit pulp* – extra verginia), (b) bioolej rokitnikowy z nasion (*oil from seeds* – extra verginia), (c) biooleosom (extra verginia). Podstawowym surowcem użytym do produkcji suplementów były owoce trzech odmian rokitnika (Podarok Sadu, Botaniczeskaja, Trofimowskaja) uprawianego w systemie bioplantacji sadowniczej. Z przeprowadzonego przeglądu wyników dotychczasowych badań wiadomo, że tradycyjne przekonanie o pozytywnym działaniu preparatów z owoców rokitnika na organizm zostało poparte badaniami farmakologicznymi i klinicznym, i są one zgodne z oświadczeniami zdrowotnymi i wskazaniami do stosowania (5, 8-12). To sprawiło, że preparaty otrzymywane z różnych części rokitnika (owoców, liści, kłaczy) są zarejestrowane jako suplementy diety w wielu krajach Azji, Europy, w Kanadzie, Japonii. Dotychczasowy wykaz oświadczeń zdrowotnych dla rokitnikowych suplementów diety tworzono na mocy art. 13 Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) (13) i są one sformułowane w następujący sposób: (i) pomagają w przypadku dolegliwości wynikających z suchej skóry, w tym m.in. pomagają utrzymać zdrową skórę; (ii) wzmacniają funkcję błon śluzowych: suchego oka, pochwy i jamy ustnej; (iii) przyczynia się do naturalnej obrony organizmu – wspiera funkcje obronne organizmu; (iv) wspiera układ odpornościowy organizmu. Ten szeroki zakres profilaktyczny wynika z faktu, że owoce rokitnika są bogatym źródłem związków chemicznych o zróżnicowanych właściwościach fizjologicznych. Badania Shimoda i wsp. (12) dowodzą, że ekstrakty otrzymywane z owoców rokitnika oraz olej rokitnikowy oddziałują pozytywnie w zaburzeniach układu moczowego spowodowanych rozrostem prostaty lub nadreaktywnością pęcherza moczowego. Preparaty z rokitnika wykazują korzystne właściwości w przypadku innych chorób geriatrycznych, takich jak suchość oczu i skóry, cukrzyca typu 2, wrzody żołądka, niewydolność nerek, otyłość, zwłóknienie wątroby i choroby sercowo-naczyniowe, ułatwiają też gojenie się ran (5, 8-12). Zastosowanie preparatów rokitnikowych w profilaktyce nowotworowej opisano we wcześniejszym artykule opublikowanym w „Postęпах Fitoterapii” (4).

Skład chemiczny preparatów liofilizowanych

Owoce rokitnika to jedne z najczęściej badanych owoców, których skład chemiczny oraz właściwości nutraceutyczne są opisane w wielu krajowych i zagranicznych publikacjach naukowych. Skład chemiczny owoców rokitnika jest unikalny i zależy od wielu czynników, m.in.: odmiany, metod uprawy, strefy klimatycznej i panujących tam warunków, okresu zbioru, wielkości owoców oraz ich dojrzałości (1, 2, 14-16). To sprawia, że ilości poszczególnych składników wynoszą od μg do $\text{g}/100\text{ g}$ owoców, a ich wymierna wartość zależy od zawartości wody. W związku z tym skład chemiczny preparatów liofilizowanych jest ściśle skorelowany ze składem owoców świeżych. Podczas liofilizacji owoców lub wyłoków następowała ok. 7-8-krotna koncentracja składników chemicznych.

Węglowodany

Głównym komponentem suchej masy są węglowodany. W wyprodukowanych liofilizatach ilość cukrów wynosiła w owocach $40,2 \pm 4,9\%$, miąższu $48,9 \pm 5,6\%$, wyłoku $9,0 \pm 2,2\%$ (tab. 1), głównie były to: glukoza i fruktoza (ok. 90% całkowitej zawartości cukrów) oraz ksyloza. Ponadto występują niewielkie ilości alkoholi cukrowych, tj. mannitolu, sorbitolu i ksylitolu ($0,35\text{ g}/100\text{ g s.m.}$) (17). Poza cukrami rozpuszczalnymi obecne są polisacharydy tworzące błonnik (celuloza, pektyny), występujące w owocach, miąższu i wyłokach w zakresie od $25,8 \pm 2,5$ do $32,0 \pm 4,0\%$, a w nasionach $13,0 \pm 1,9\%$.

Białka

W liofilizowanych preparatach ilość białka ulega koncentracji i wynosi w owocach $6,2 \pm 0,7\%$, miąższu $5,2 \pm 0,4\%$, a w pozostałości po tłoczeniu $10,1 \pm 2,6\%$ (tab. 1). Główną frakcją białek są gluteliny, których udział stanowi ok. 94%. Białko rokitnika to przede wszystkim białko funkcjonalne, tworzące otoczkę kuleczki tłuszczowej (oleosomu), zbudowane z 18 aminokwasów, głównie kwasu asparaginowego i glutaminowego (7).

Związki mineralne

Ilość związków mineralnych w wysuszonych owocach wynosiła od $1,7 \pm 0,5$ do $2,4 \pm 0,9\%$ (tab. 1) i niezależnie od odmiany, dominowały: wapń, magnez, sód i żelazo (7).

Lipidy

W preparatach liofilizowanych zawartość tłuszczu w owocach wynosiła $33,7 \pm 3,8\%$, w miąższu

$34,6 \pm 2,7\%$, a w pozostałości po tłoczeniu $30,7 \pm 4,9\%$ (tab. 1), w tym od 3,6 do 5,2% fosfolipidów. Podstawową frakcją lipidów są triacyloglicerole i acyloglicerole częściowe występujące w lipidach owoców i miąższu w ponad 97%, nasion 92% i wyłoków 91%, pozostałą część stanowiły lipidy polarne (fosfolipidy i glikolipidy) (7). Lipidy owoców rokitnika zbudowane są z około 45 kwasów tłuszczowych, wśród których dominują kwasy C16:0, C16:1, C18:1, C18:2 i C18:3, ilości pozostałych kwasów nie przekraczają 2%. Unikalnym kwasem jest rzadko występujący w przyrodzie kwas oleopalmitynowy (C16:1 omega-7).

Substancje bioaktywne występujące w liofilizowanych preparatach rokitnikowych

Owoce rokitnika zawierają nie tylko substancje odżywcze (białko, cukry, tłuszcz), ale również substancje bioaktywne o korzystnych właściwościach. Część z dotychczas poznanych substancji posiada właściwości przeciwutleniające, niektóre z nich bezpośrednio biorą udział w różnorodnych procesach fizjologicznych, np. hamują procesy nowotworowe (4). Aktualnie ocenia się, że w owocach rokitnika występuje ponad 190 składników bioaktywnych i są to: flawonoidy, polifenole, karotenoidy, lipidy, fitosterole, terpenoidy, kwasy organiczne, aminokwasy i mikroelementy (5, 7, 14, 17). Wielu badaczy uważa, że korzystne właściwości owoców rokitnika wynikają z faktu, że we wszystkich ich częściach występują różnorodne substancje bioaktywne o właściwościach lipo- i hydrofilnych. W soku komórkowym znajdują się witaminy (C, B, kwas foliowy) oraz niektóre formy polifenoli i karotenoidów. W 100 g świeżych owoców znajduje się od 120 do 1000 mg flawonoidów (18, 19), co najmniej 300 mg witaminy C, 10-15 mg witaminy E, 0,2-0,4 mg witaminy B₁, 0,4-0,5 mg witaminy B₂ i 0,5-0,8 mg kwasu foliowego (7, 20-22). W otrzymanych liofilizatach wymienione składniki ulegają koncentracji i w związku z tym ich ilość mieściła się w przedziale: witaminy C od $600,0 \pm 50$ do $709,8 \pm 70\text{ mg}/100\text{ g}$, związków fenolowych od $1893,0 \pm 120$ do $2100,0 \pm 150\text{ mg}/100\text{ g}$, karotenoidów od $109,2 \pm 15$ do $207,0 \pm 15,8\text{ mg}/100\text{ g}$, tokoferoli od $120,0 \pm 10,6$ do $180,0 \pm 25\text{ mg}/100\text{ g}$, fitosteroli $316,0 \pm 25,0$ do $350,0 \pm 18\text{ mg}/100\text{ g}$, fosfolipidów od $1207,7 \pm 120,7$ do $1587 \pm 99,5\text{ mg}/100\text{ g}$ (tab. 1).

Terpenoidy

Pentacyklicznymi triterpenami zidentyfikowanymi w owocach rokitnika są: kwas ursolowy (23), α - i β -amiryny, erytrodiol i uwaol, kwas

Tab. 1. Skład chemiczny liofilizowanych owoców, miąższu i wyłoków/młóta

Oznaczenia	Preparaty liofilizowane			
	Owoce	Miąższ	Wyłok	Nasiona
Sucha masa (%)	92,0 ± 5,0	91,0 ± 4,0	92,3 ± 5,5	90,50 ± 8,0
Ekstrakt (%)	73,5 ± 4,8	64,0 ± 6,0	–	nie badano
Zawartość wybranych makroskładników (%)				
Substancje wyciągowe	72,0 ± 1,9	73,9 ± 3,9	89,0 ± 6,1	nie badano
Cukry ogółem	40,2 ± 4,9	48,9 ± 5,6	9,0 ± 2,2	36,5 ± 4,9
Cukry redukujące	11,9 ± 2,5	13,1 ± 4,3	nie badano	5,3 ± 2,3
Pektyny	2,0 ± 0,4	1,5 ± 0,3	1,3 ± 0,5	nie badano
Białko	6,2 ± 0,7	5,2 ± 0,4	10,1 ± 2,6	29,3 ± 4,9
Składniki mineralne	2,4 ± 0,9	2,2 ± 0,5	1,7 ± 0,5	2,4 ± 9,3
Tłuszcz ogółem	33,7 ± 3,8	34,6 ± 2,7	30,7 ± 4,9	13,0 ± 5,0
Błonnik surowy	25,8 ± 2,5	28,3 ± 2,9	32,0 ± 4,0	13,0 ± 1,9
Skrobia	–	–	–	4,9 ± 1,0
Kwasy organiczne	14,3 ± 1,9	15,0 ± 2,0	10,8 ± 0,9	nie badano
Zawartość wybranych substancji biologicznie aktywnych (mg/100 g)				
Witamina C	600,0 ± 50,0	657,9 ± 90,0	709,8 ± 70,0	nie badano
Związki fenolowe	1893,0 ± 120,0	1910,0 ± 98,5	2100,0 ± 150,0	nie badano
Karotenoidy	109,2 ± 15,0	150,8 ± 10,9	207,0 ± 15,8	nie badano
Tokoferole	120,0 ± 10,6	127,0 ± 15,9	180,0 ± 25,0	nie badano
Fitosterole	316,0 ± 25,9	350,0 ± 18,0	335,0 ± 30,0	nie badano
Fosfolipidy ogółem	1207,7 ± 120,7	1250,0 ± 100,9	1587,0 ± 99,5	nie badano

19-hydroksy-metylo-ursolowy (24). Ponadto zidentyfikowano 14 związków diterpenowych i 11 frakcji zawierających tłuszcze alifatyczne i wielopierścieniowe alkohole (25). Shimoda i wsp. (12) jako pierwsi wyizolowali kwas 3-O-*p*-kumaroilo 2, 23-dihydroksy-oleanolowy z owoców rokitnika, w których potwierdzili też obecność kwasu ursolowego, oleanolowego i pomolowego oraz aldehydu oleanolowego i uwaolu.

Charakterystyka bioolejów otrzymanych z owoców i nasion rokitnika

Najcenniejszymi produktami pozyskiwanymi z owoców rokitnika są oleje występujące na rynku w postaci oleju surowego z: całych owoców, pozostałości po odsokowaniu miąższu (młoto/wyłok), nasion oraz w postaci oleosomów będących naturalnymi kuleczkami tłuszczowymi. Wartość farmaceutyczna

olejów rokitnikowych wynika z faktu, że zawierają one nie tylko powszechnie występujące kwasy tłuszczowe: kwas palmitynowy, stearynowy, oleinowy, linolowy i α -linolenowy, ale też rzadko występujący w przyrodzie kwas oleopalmitynowy oraz liczne związki bioaktywne rozpuszczalne w tłuszczach (9, 20, 26, 27). Oleje otrzymane z całych owoców, a także z miąższu i wyłoków mają podobny skład kwasów tłuszczowych, różny od oleju otrzymanego z nasion (tab. 2). Charakteryzuje je obecność kwasu oleopalmitynowego (16:1n-7) ($36,44 \pm 2,99$ - $38,1 \pm 2,45\%$) i duży udział kwasu palmitynowego (16:0) ($37,4 \pm 1,65$ - $40,25 \pm 2,5\%$) (tab. 2). Olej z nasion jest bogaty w wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 i omega-6, wśród których dominują kwasy: linolowy ($39,38 \pm 0,99\%$), α -linolenowy ($32,53 \pm 2,98\%$), oleinowy ($15,69\%$), palmitynowy ($8,25 \pm 0,90\%$) i stearynowy ($2,40 \pm 0,4\%$). Kwasy wakceny,

Tab. 2. Skład kwasów tłuszczowych olejów otrzymanych z wysuszonych owoców, pozbawionego soku miąższu, nasion i oleosomu

Kwasy tłuszczowe	Olej otrzymany z:			
	owoce	wytłok	oleosom	nasiona
C _{14:0}	0,25 ± 0,02	0,14 ± 0,02	0,58 ± 0,05	0,30 ± 0,01
C _{16:0}	37,10 ± 1,24	40,25 ± 2,50	37,04 ± 1,65	8,25 ± 0,90
C _{16:1 n-9}	36,44 ± 2,99	37,97 ± 3,00	38,10 ± 2,45	0,67 ± 0,06
C _{17:0}	0,75 ± 0,06	0,65 ± 0,04	1,15 ± 0,01	0,20 ± 0,00
C _{18:0}	0,37 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,00	2,40 ± 0,40
C _{18:1 n-9}	6,99 ± 0,15	5,79 ± 0,95	5,81 ± 0,89	13,57 ± 1,90
C _{18:1 n-11}	5,82 ± 0,25	3,87 ± 0,18	6,91 ± 0,30	2,12 ± 0,40
C _{18:2 n-6}	10,43 ± 2,00	7,91 ± 0,30	11,01 ± 0,87	39,38 ± 2,99
C _{18:3 n-9,12,15}	1,20 ± 0,03	2,50 ± 0,09	1,10 ± 0,01	32,53 ± 2,98
C _{20:0}	0,40 ± 0,01	0,40 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,23 ± 0,03
C _{20:1 n-9}	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,20 ± 0,01	0,25 ± 0,03
C _{20:2 n-11,13}	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,01	0,00	0,00
C _{22:0}	0,20 ± 0,00	0,18 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,00
SFA	39,07	41,89	38,97	11,48
MUFA	49,27	47,66	51,02	16,61
PUFA	11,59	10,45	10,01	71,91

oleopalmitynowy, arachidonowy i eikozanowy występują w ilościach nieprzekraczających 2% (tab. 2). Zbliżone wyniki cytowane są w piśmiennictwie (7, 24, 25, 28). Należy podkreślić, że w oleju otrzymanym z nasion stosunek kwasów z grupy omega-3 (α -linolenowy) i omega-6 (linolowy) zbliżony jest do jedności. Literatura podaje, że istnieje fizjologiczna zależność między tymi kwasami.

Fitosterole

Autorzy pracy najwyższą zawartość steroli oznaczyli w oleju będącym częścią oleosomów (1237,2 ± 16,8 mg/100 g), najniższą w oleju z nasion (793,1 ± 84,1 mg/100 g) (tab. 3), a wyniki są zbliżone do podawanych w literaturze (29). Fitosterole to chemiczne homologe cholesterolu, różniące się stopniem nasycenia i konfiguracją łańcuchową. β -sitosterol ma strukturę najbardziej zbliżoną do struktury cholesterolu i zajmuje on miejsce cholesterolu pokarmowego w miscelach wytworzonych w świetle jelit, dzięki czemu zostaje zmniejszone jego wchłanianie w organizmie (30, 31). Ponadto sterole wzmacniają

barierę lipidową skóry, chronią ją przed zewnętrznymi szkodliwymi substancjami i zmniejszają utratę wody, poprawiając elastyczność i jędrność skóry.

Tokoferole

Suma tokoferoli w olejach otrzymanych z owoców suszonych i oleju uzyskanego z miazgi pozostałej po tłoczeniu wynosiła odpowiednio 137,9 ± 5,0 i 132,6 ± 8,8 mg/100 g, natomiast w oleju wyodrębnionym z oleosomów 247,1 ± 39,8 mg/100 g oleju (tab. 3). Dominował α -tokoferol, który stanowił ok. 49% wszystkich tokoferoli występujących w oleju z pulpy owoców oraz 76-89% w oleju otrzymanym z nasion (32).

Karotenoidy

W olejach rokitnikowych rozpuszczone są bioaktywne związki o właściwościach lipofilnych, np. fitosterole, witaminy rozpuszczalne w tłuszczach A, D, E, K oraz karotenoidy. Ilość karotenoidów w olejach otrzymanych z owoców wynosi średnio 152,0 ± 14,0 mg/100 g oleju, w olejach z miazgi po tłoczeniu 238,4 ± 15,8, a w oleju z nasion 103,7 ± 9,1 mg/100 g oleju.

Tab. 3. Skład frakcji steroli, tokoferoli i karotenoidów (mg/100 g oleju) w olejach otrzymanych z różnych części owoców

Związki	Olej otrzymany z:			
	oleosom	owoce	wyłok/młóto	nasiona
Sterole				
Suma	1232,2 ± 16,8	802,2 ± 40,5	831,6 ± 54,1	793,1 ± 84,1
Kampasterol	37,5 ± 0,5	2,6 ± 0,5	33,2 ± 3,6	2,2 ± 0,1
Kampestanol		ślady	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0
β-Sitosterol	1189,7 ± 220,9	790,5 ± 154,1	787,4 ± 99,2	755,1 ± 124,1
7-Kampesterin	ślady	0,8 ± 0,1	1,0 ± 0,2	24,7 ± 1,2
5-Avenasterin	0,5 ± 0,1	1,8 ± 0,1	2,0 ± 0,1	10,0 ± 2,5
7-Stigmastenol	4,5 ± 0,5	6,4 ± 0,4	7,9 ± 0,3	0,8 ± 0,1
Tokoferole				
Suma	247,1 ± 39,8	137,9 ± 5,9	132,6 ± 8,8	255,5 ± 13,8
α-Tokoferol	196,0 ± 10,8	111,8 ± 12,4	145,6 ± 9,1	137,8 ± 12,4
β-Tokoferol	33,4 ± 6,9	8,5 ± 0,8	17,2 ± 1,9	5,9 ± 0,5
γ-Tokoferol	17,7 ± 2,5	7,8 ± 0,6	9,8 ± 1,1	112,5 ± 10,0
Karotenoidy				
Suma	131,3 ± 15,2	152,00 ± 14,0	238,5 ± 15,8	103,7 ± 9,1
Luteina	12,1 ± 2,4	23,3 ± 4,1	39,6 ± 3,6	11,0 ± 2,1
Zeaksantyna	6,0 ± 1,8	59,8 ± 6,2	48,0 ± 5,2	8,0 ± 0,5
Kryptoksantyna	0,5 ± 0,1	22,1 ± 3,8	23,4 ± 5,5	3,9 ± 0,8
β-Karoten	55,5 ± 8,2	59,2 ± 6,5	56,0 ± 4,1	50,7 ± 5,1
Niezidentyfikowany	57,3 ± 6,2	14,5 ± 1,8	71,4 ± 6,9	30,0 ± 4,1

W tłuszczu oleosomów karotenoidy występują w ilości 131,3 ± 15,2 mg/100 g oleju, a udział β-karotenu w tym oleju wynosi 55,5 ± 8,2 mg/100 g, co stanowi 42,44%, ogólnej ilości oleju (6, 9). Podawanie szczurom oleju z rokitnika nie wywierało żadnej toksyczności, nie wpływało na śmiertelność, masę ciała i narządów, spożycie pokarmu, nie obserwowano zmian w biochemii i hematologii krwi oraz w badaniach histopatologicznych. Olej uzyskiwany z nasion rokitnika zwyczajnego absorbuje promieniowanie ultrafioletowe, dlatego jest często dodawany do preparatów kosmetycznych.

Działanie preparatów z owoców rokitnika i oleju z rokitnika na układ moczowy

Choroby układu moczowego (łagodny przerost gruczołu krokowego, nadreaktywny pęcherz itp.) występują bardzo często u osób starszych (33, 34).

Powiększenie prostaty często prowadzi do następujących problemów: (i) trudności w oddawaniu moczu, które są zaburzeniami układu moczowego powstającymi z powodu niewystarczającej siły parcia niezbędnej do oddawania moczu, (ii) kłopotów z magazynowaniem moczu, takich jak częste oddawanie moczu i nietrzymanie moczu oraz kropelkowanie po oddaniu moczu, kiedy odczuwa się obecność resztkowego moczu. Przyczyną tych dolegliwości jest fakt, że cewka moczowa przechodzi przez środek prostaty i jej powiększenie powoduje ucisk cewki.

W literaturze są publikacje dokumentujące oddziaływanie wyciągów z owoców rokitnika i oleju rokitnikowego na rozrost gruczołu krokowego u zwierząt doświadczalnych i ludzi (35). W ostatnich latach ogromne zasługi w wyjaśnieniu tego zagadnienia należy przypisać badaniom Shimoda

i wsp. (12), prowadzonym na myszach, a następnie ludziach. Rezultatem tych badań jest stwierdzenie, że ekstrakty etanolowe i wyciągi wodne oraz oleje otrzymane z owoców rokitnika hamują rozrost gruczołu krokowego. W przypadku badań na ludziach ustalono zmniejszenie zarówno wyniku IPSS (Międzynarodowa Skala Punktowa Objawów Towarzyszących Chorobom Prostaty), jak i QOL (jakość życia). Negatywny wpływ na jakość życia ma dolegliwość związana z nadreaktywnym pęcherzem. W zdrowym organizmie mięśnie gładkie pęcherza moczowego wielokrotnie kurczą się i rozluźniają, głównie pod kontrolą nerwu przywspółczulnego, który kontroluje oddawanie moczu. Dolegliwość zaczyna się w momencie, kiedy pęcherz staje się zbyt aktywny, mięśnie gładkie pęcherza nadmiernie indukują parcie na mocz. Pilne oddawanie moczu, zbliżające się nietrzymanie moczu pojawia się nagle i nie można wstrzymać wypływu moczu. Częste oddawanie moczu jest uciążliwe przede wszystkim podczas snu. Shimoda i wsp. (12) podają, że efektem przewlekłego nadciśnienia jest wzrost stężenia czynnika proliferacji (TGF- β 1), który indukuje zwłóknienie w komórkach pęcherza moczowego, denaturację włókien mięśniowych, indukujących nadmierny skurcz i ekspresję włókien stresowych. Tak jak podano powyżej, przyczyną przewlekłej hiperkurczliwości mięśni gładkich pęcherza jest wzrost komórek TGF- β 1. Dotychczas w zapobieganiu dysfunkcji stosowano ekstrakt z palmy sabałowej i olej z pestek dyni. Badania Shimoda i wsp. (12) udowodniły, że ekstrakt z owoców rokitnika hamuje skurcz mięśni gładkich pęcherza indukowany przez karbachol i TGF- β *in vitro*. Ponadto autorzy ci sugerują, że kwas ursolowy (główny triterpenoid w preparatach rokitnikowych) i izoramnetyna 7-O-ramnozyd odgrywają główną rolę w tłumieniu cholinergicznego skurczu mięśni gładkich pęcherza. Triterpenoidy obecne w ekstraktach rokitnikowych (z wyjątkiem kwasu oleanolowego) i 7-O-ramnozyd izoramnetyny mogą być prawdopodobnie przydatne w nadreaktywności pęcherza i zmniejszać częstotliwość oddawania moczu. Interesujące są wyniki badań Shimoda i wsp. (12), w których oceniono wpływ trzech ekstraktów dostępnych w handlu: ekstraktu z boczni sabałowej, oleju z nasion dyni i ekstraktu z łupin bananów, które aktualnie są polecane w przypadku trudności w oddawaniu moczu. W efekcie ustalono, że badane ekstrakty, podawane w stężeniu 10 μ g/ml, nie tłumily skurczu mięśni gładkich, a efekt pozytywny występował przy znacznie większym stężeniu. Natomiast podawanie ekstraktu z rokitnika hamowało nadmierne napięcie mięśni gładkich. Wyniki

te sugerują, że kilka triterpenoidów i glikozydów flawonoidowych tłumilo kurczenie pęcherza. Na tej podstawie można wnioskować, że rokitnikowe suplementy diety mogą przyczyniać się do tłumienia zaburzeń czynności układu moczowego wywołanych nadreaktywnym pęcherzem (12). Biorąc pod uwagę synergistyczne właściwości związków bioaktywnych, można przewidywać, że połączenie ekstraktu rokitnika z ekstraktem z boczni sabałowej, olejem z pestek dyni i ekstraktem ze skórek bananów będzie lepszym suplementem diety dla osób z dysurią.

Preparaty rokitnikowe w profilaktyce cukrzycy typu 2. Działanie kwasu oleopalmitynowego (omega-7)

Liczne badania sugerują, że jedną z chorób, która ma związek ze spożyciem kwasów tłuszczowych, jest cukrzyca typu 2. Istnieją dowody, że nasycone długołańcuchowe kwasy tłuszczowe, takie jak kwas palmitynowy i stearynowy, przyczyniają się do rozwoju insulinooporności i nietolerancji glukozy, podczas gdy nienasycone kwasy tłuszczowe (omega-3 i omega-7) mogą poprawić homeostazę glukozy. Takim kwasem mającym korzystny wpływ na zdrowie u ludzi jest kwas oleopalmitynowy (16:1, omega-7). W przyrodzie kwas oleopalmitynowy występuje niezwykle rzadko, w takich olejach roślinnych, jak: rokitnikowy (ok. 33-38%), z awokado (0-15%) i makadamii (26%). Kwas oleopalmitynowy obniża poziom cukru we krwi poprzez zwiększenie wrażliwości na insulinę. Powyższe stwierdzenie potwierdzają badania kliniczne, z których wynika, że osoby z wysokim stężeniem kwasu oleopalmitynowego we krwi mają wysoką wrażliwość na insulinę (36), co zostało zauważone podczas doustnego testu tolerancji glukozy. Suplementowanie kwasem oleopalmitynowym może usprawnić działanie insuliny i zmniejszyć objawy cukrzycy typu 2 (37-39). Poprzez podanie wolontariuszom rokitnikowego suplementu diety następowało nie tylko obniżenie poziomu cukru we krwi, w tym glikemii na czczo i po upływie 2 godzin po posiłku, ale także zmniejszenie powikłań (40).

Należy jednak podkreślić, że chociaż rokitnikowe suplementy diety wykazują pozytywne działanie w łagodzeniu wielu chorób, takich jak: choroby serca, układu moczowego, suchość oka, a obecny w nich kwas oleopalmitynowy obniża ilość białek C-reaktywnych (marker zapalenia), trójglicerydów krwi oraz cholesterolu LDL, a podwyższa ilość cholesterolu HDL (36-38), to nadal brak jest jednoznacznej odpowiedzi, czy działa pozytywnie w cukrzycy. Odpowiedź na to pytanie dadzą badania naukowe realizowane w ostatnich latach w kraju i za granicą.

Bardzo cenną jest informacja mówiąca o tym, że spożywanie rokitnikowych suplementów diety nie wpływało istotnie na wartości parametrów krwi przed spożyciem i po spożyciu. Wyniki ich badań wskazują, że ekstrakty rokitnikowe i olej z owoców rokitnika są bezpieczne dla zdrowia ludzi (12).

Podsumowanie

Tradycyjne, wielowiekowe wskazania dla owoców rokitnika poparte są licznymi badaniami naukowymi na zwierzętach i ludziach. Owoce swoją aktywność zawdzięczają różnorodnym substancjom bioaktywnym syntetyzowanym przez rokitnik, a gromadzonym

we wszystkich jej częściach. Dotychczasowe badania potwierdzają wcześniejsze obserwacje epidemiologiczne i wskazują na korzyści stosowania owoców rokitnika w profilaktyce chorób układu sercowo-naczyniowego, moczowego, miażdżycy, cukrzycy, nowotworów. Owoce wykazują też działanie hepatoprotekcyjne, immunomodulacyjne, przeciwtleniające, przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne, przeciwzapalne i rozszerzające naczynia krwionośne, a mechanizm oddziaływania substancji bioaktywnych na organizm wyjaśniany jest w wielu pracach. Opracowane rokitnikowe suplementy diety ułatwiają korzystanie z tego cennego źródła substancji bioaktywnych.

Piśmiennictwo

- Piłat B, Bieniek A, Zadernowski R. Common sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as an alternative orchard plant. *Pol J Natur Sc* 2015; 30(4):417-30.
- Skaliński P. *Obliepicha*. Wyd. Izdatelstwo Niola-Press 2007.
- Xu M, Sun S, Cui J. The medicinal research on seabuckthorn. *Proc Int Workshop Seabuckthorn*. New Delhi, India 2001; (2):18-21.
- Piłat B, Zadernowski R. Rokitnik zwyczajny (*Hippophae rhamnoides* L.) w profilaktyce nowotworowej. *Post Fitoter* 2019; 20(2):111-7.
- Suryakumar G, Gupta A. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *J Ethnopharmacol* 2011; 38:268-8.
- Zadernowski R. Sprawozdanie z realizacji projektu naukowego Nr N N312170939 – Opracowanie bezodpadowej technologii przetwarzania owoców rokitnika (*Hippophae rhamnoides* L.) oraz ocena właściwości bioaktywnych otrzymanych produktów.
- Piłat B. Owoce rokitnika (*Hippophae rhamnoides* L.) jako źródło substancji biologicznie aktywnych. Praca doktorska. Biblioteka UWM Olsztyn 2013.
- Gupta A, Upadhyay NK, Sawhney RC i wsp. A poly-herbal formulation accelerates normal and impaired diabetic wound healing. *Wound Repair Regen* 2008; 16:784-90.
- Olas B, Skalski B, Ulanowska K. The anticancer activity of Sea Buckthorn (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson). *Front Pharmacol* 2018; (9):232.
- Olas B. Sea buckthorn as a source of important bioactive compounds in cardiovascular diseases. *Food Chem Toxicol* 2016; 97:199-204.
- Yadav A, Stobdan T, Chauhan OP i wsp. Sea Buckthorn: A multipurpose medicinal plant from Upper Himalayas. W: Joshee N, Dhekney S, Parajuli P (eds). *Medicinal Plants* 2019; 399-426.
- Shimoda H, Takeda S, Shimizu N i wsp. Suppressive effect of triterpenoids and a flavonol glycoside in seaberry extract on carbacol-induced contraction of bladder smooth muscle and TGF- β -induced contraction of collagen gel containing bladder smooth muscle cells. *J Funct Foods* 2017; 31:152-9.
- Consolidated List of Article 13 Health Claims; <http://www.efsa.europa.eu/en/ndaclaims/ndaclaims13.htm>.
- Kumar R, Kumar GP, Chaurasia OP i wsp. Phytochemical and pharmacological profile of seabuckthorn oil: a review. *Res J Med Plant* 2011; (5):491-9.
- Piłat B, Zadernowski R, Bieniek A. Charakterystyka chemiczna różnych odmian rokitnika. *Bromat Chem Toksykol* 2012; 45(3):897-901.
- 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; 96-105.
- 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; 60:3180-9.
- 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; 63:4120-9.
- 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; 51:4233-9.
- Tyagi N, Singh A, Kohli K. New insights towards implications of Sea Buckthorn Oil in Human Health. *INJIRR* 2018; 4, 5 (A):1204-8.
- Piłat B, Zadernowski R. Owoce rokitnika (*Hippophae rhamnoides* L.) – bogate źródło związków biologicznie aktywnych. *Post Fitoter* 2016; (4):298-306.
- Lõugas T. Sea buckthorn and its bioactive components. *Food and nutrition TTU, Tallinn* 2003; (11):34-8.
- Novruzov EN, Aslanov SM, Imanova AA i wsp. Ursolic-acid from *Hippophae rhamnoides*. *Khim Prir Soedin* 1980; (6):868-72.
- Salenko VL, Sidel'nikova VN, Troshkov ML i wsp. Chemical study of *Hippophae rhamnoides* main components of the nonsaponified part of fruit pulp extract. *Khim Prir Soedin (Tashk)* 1982; (3):328-32.
- Salenko VL, Kukina TK, Karamyshev VN i wsp. Chemical study of *Hippophae rhamnoides* 2. Principal components of the neutral part of the saponification products of the extract of sea-buckthorn leaves. *Khim Prir Soedin (Tashk)* 1986; (4):514-29.
- Ghendov-Moşanu A, Sturza R, Opriş O i wsp. Effect of lipophilic sea buckthorn extract on cream cheese properties. *J Food Sci Technol* 2019; 1-10.

27. Zielińska A, Nowak I. Abundance of active ingredients in sea-buckthorn oil. *Lipids Health Dis* 2017; 16:95.
28. Otgonbayar C, Matthaus B, Odonmajig P. Fatty acid, tocopherol and sterol composition in Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) of Mongolia. *Mong J Chem* 2011; 12(38):126-30.
29. St George S, 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; 55:8054-1.
30. De Smet E, Mensink RP, Plat J. Effects of plant sterols and stanols on intestinal cholesterol metabolism: suggested mechanisms from past to present. *Mol Nutr Food Res* 2012; 56(7):1058-72.
31. 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(6):457-500.
32. Burčová Z, Kreps F, Schmidt Š i wsp. Composition of fatty acids and tocopherols in peels, seeds and leaves of Sea buckthorn. *Acta Chim Slov* 2017; 10(1):29-34.
33. Berry SJ, Coffey DS, Walsh PC i wsp. The development of human benign prostatic hyperplasia with age. *J Urol* 1984; 132:474-9.
34. Issa MM, Regan TS. Medical therapy for benign prostatic hyperplasia-present and future impact. *Am J Manag Care* 2007; 134-9.
35. Ulanowska K, Skalski B, Olsa B. Rokitnik zwyczajny (*Hippophaë rhamnoides* L.) jako źródło związków o aktywności przeciwnowotworowej i radioprotekcyjnej. *Post Hig Med Dośw* 2018; 72:240-52.
36. Nunes EA, Rafacho A. Implications of palmitoleic acid (palmitoleate) on glucose homeostasis, insulin resistance and diabetes. *Curr Drug Targets* 2017; 18(6):619-28.
37. Stefan N, Kantartzis K, Celebi N i wsp. Circulating palmitoleate strongly and independently predicts insulin sensitivity in humans. *Diabetes Care* 2010; 33(2):405-7.
38. Bernstein AM, Roizen MF, Martinez L. Purified palmitoleic acid for the reduction of high-sensitivity C-reactive protein and serum lipids: A double-blinded, randomized, placebo controlled study. *J Clin Lipidol* 2014; 8(6):612-27.
39. Yang Z-H, Miyahara H, Hatanaka A. Chronic administration of palmitoleic acid reduces insulin resistance and hepatic lipid accumulation in KK-A (y) mice with genetic type 2 diabetes. *Lipids Health Dis* 2011; 10(8):120.
40. Christaki E. *Hippophaë rhamnoides* L. (sea buckthorn): A potential source of nutraceuticals. *Food Public Health* 2012; (2):69-72.

Adres/address:

*prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Zadernowski
 Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych
 Wydział Nauki o Żywności
 Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
 Pl. Cieszyński 1, 10-726 Olsztyn
 tel.: +48 (89) 523-45-21
 e-mail: ryszard.zadernowski@uwm.edu.pl

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 22.04.2021

zaakceptowano/accepted: 04.05.2021