

*Agnieszka Wojtanowska-Krośniak¹, Renata Francik²,
Elżbieta Kondratowicz-Pietruszka³, Maria Buczek⁴, Paweł Zagrodzki^{1,5},
Mirosław Krośniak¹*

ZAWARTOŚĆ TŁUSZCZU
ORAZ SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH
POZYSKANYCH Z RÓŻNYCH ODMIAN ROKITNIKA
UPRAWIANYCH W POŁUDNIOWEJ POLSCE

¹ Zakład Bromatologii Collegium Medicum
Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie
Kierownik: dr hab. *P. Zagrodzki*

² Zakład Chemii Bioorganicznej Collegium Medicum
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Kierownik: prof. dr hab. *H. Marona*

³ Sadowniczy Zakład Doświadczalny
Instytutu Ogrodnictwa – Brzezna Sp. z o.o.
Kierownik: dr *M. Buczek*

⁴ Katedra Chemii Ogólnej
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
Kierownik dr hab. *E. Kondratowicz Pietruszka*

⁵ Zakład Fizykochemii Jądrowej
Instytutu Fizyki Jądrowej PAN im. H. Niewodniczańskiego w Krakowie
Kierownik: prof. dr hab. *J.W. Mietelski*

Celem pracy było porównanie procentowej zawartości tłuszczu pozyskanego z owoców 10 odmian rokitnika zwyczajnego, rosnącego w tych samych warunkach glebowo-klimatycznych w miejscowości Brzezna koło Nowego Sącza. Dodatkowo, w oleju pozyskanym z owoców badanych odmian, oznaczano skład jakościowy i ilościowy kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.

Hasła kluczowe: rokitnik zwyczajny, kwasy tłuszczowe, procentowa zawartość tłuszczu.

Key words: sea-buckthorn, fatty acids, percentage of fat content.

Jedną z roślin oleistych uprawianych w Polsce jest rokitnik pospolity (*Hippophae rhamnoides* L.). Roślina ta należy do rodziny oliwkowatych. Zaletą rokitnika jest to, iż może być uprawiany na terenach z niekorzystnymi warunkami klimatycznymi i glebowymi (1, 2). Naturalnym rejonem występowania rośliny w Polsce jest pas nadmorski, jednakże nie ma przeciwwskazań do jej uprawy w innych częściach naszego kraju. Rejony naturalnego występowania rokitnika rozciągają się od Europy aż po Chiny. Jest on rośliną dwupienną i wiatropylną, odporną na warunki klimatyczne

(susza, niskie temperatury) oraz glebowe (niska klasa gleby). Z tego też powodu często jest również wykorzystywany do rekultywacji nieużytków pogórnicych. Swoją wysoką odporność na niekorzystne warunki, a zwłaszcza na niską zawartość azotu w glebie, zawdzięcza aktynoryzie – symbiozie z bakteriami *Frankia*, które pozwalają na przyswojenie azotu z powietrza przez system korzeniowy rokitnika pospolitego (3). Rokitnik jest również rośliną o coraz szerszym znaczeniu gospodarczym ze względu na zawartość składników biologicznie czynnych w żółto-pomarańczowych jadalnych owocach. W wielu pracach wykazano wysoką zawartość witamin C, A, B₁, B₂, K, PP, prekursora kwasu foliowego oraz wysoką aktywność antyoksydacyjną (antocyjany, flawonoidy, polifenole) (2). Substancje pozyskane z owoców rokitnika wykazały również aktywność hepatoprotekcyjną (4) i immunomodulującą (5). Z owoców rokitnika, podobnie jak i z owoców oliwki można pozyskiwać olej. Jest to olej bogaty w nienasycone kwasy tłuszczowe. Skład kwasów tłuszczowych może jednak różnić się w zależności od odmiany i dlatego ustalenie składu różnych odmian było celem niniejszej pracy.

MATERIAŁY I METODY

Owoce rokitnika zwyczajnego pozyskano z roślin rosnących na terenie Sadowniczego Zakładu Doświadczalnego Instytutu Ogrodnictwa – Brzezna Sp. z o.o. w roku 2013. Po zebraniu owoców w terminie dojrzałości zbiorczej owoce zostały zamrożone (–20°C) do momentu analizy w roku 2015. Zamrożone owoce zważono, poddano liofilizacji, ponownie zważono, a następnie rozdrobniono i ekstrahowano tłuszcz przez wytrząsanie z eterem naftowym (temp. wrz. 73°C) przez 3 godziny. Czynność powtórzono 10 razy. Za każdym razem zbierano nadsąc; kolejne frakcje połączono ze sobą. Następnym etapem było oddestylowanie rozpuszczalnika przy użyciu wyparki Laborata 400 Heidolph w temp. 40°C i pod ciśnieniem 340 mbar. Otrzymaną pozostałość zważono i obliczono procentową zawartość tłuszczu w badanych owocach. Pomiar dla każdej próbki wykonywany był trzykrotnie.

Oznaczenie zawartości kwasów tłuszczowych przeprowadzono metodą chromatografii gazowej zgodnie z normą PN-EN ISO 5508. Próbki przygotowano według normy PN-EN ISO 5509. Analizę przeprowadzono przy użyciu chromatografu gazowego SRI 9610C z kolumną Restek RTX-2330 długości 105 m i średnicy 0,25 mm z detektorem FID, z zastosowaniem wodoru jako gazu nośnego. Jako wzorzec ilościowy zastosowano AOCs Standard #3 firmy Restek (nr kat. 35024). Jako dodatkowy wzorzec do identyfikacji składników zastosowano Food Industry FAME Mix firmy Restek (nr kat. 35077), będący mieszaniną estrów metylowych 37 kwasów tłuszczowych, od C:4 do C:24. Każdy pomiar wykonywano trzykrotnie.

Istotność statystyczną różnic zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych w badanych odmianach rokitnika sprawdzono testem Kruskala-Wallisa. Wyniki uzyskane tym testem zostały zweryfikowane testem Dunna, który jest testem wielokrotnych porównań dla testu Kruskala-Wallisa.

Analizę statystyczną przeprowadzono przy pomocy programu STATISTICA PL v.10 (StatSoft, Tulsa, USA) oraz programu GraphPad Prism v.3.02 (GraphPad Software, San Diego, USA). Jako krytyczny poziom istotności przyjęto $p = 0,05$.

Table 1. Zawartość tłuszczu [%] oraz profil kwasów tłuszczowych oleju pozyskanego z 10 odmian rokitnika zwyczajnego (średnia±odchylenie standardowe).
 Table 1. Fat content [%] and fatty acids composition in oil obtained from 10 cultivars of sea buckthorn fruits (mean±standard deviation).

Odmiana	Zawartość tłuszczu [%]	C 12:0	C 14:0	C 16:0	C 17:0	C 18:0	C 23:0	C 14:1 (cis-9)	C 16:1 (cis-9)	C 17:1 (cis-10)	C 18:1 (trans-9)	C 18:1 (cis-9)	C 18:2 (cis-9,12)	C 18:3 (cis- 9,12,15)
<i>Aromatnaya</i>	11,96±0,38	0,44±0,08	0,40±0,07	39,78±0,08	p.d.	0,76±0,11	p.d.	0,58±0,10 ^a	37,91±1,32	1,02±0,15	p.d.	9,14±0,82	9,32±0,87	0,65±0,05
<i>Prozrachnaya</i>	7,66±0,42	0,22±0,07	0,43±0,10	38,39±0,73	p.d.	0,80±0,07	p.d.	ślady	40,13±0,99	1,64±0,21	p.d.	8,75±0,91	8,95±0,92	0,69±0,07
<i>Botanicheskaya</i>	7,15±0,35 ^{ab}	p.d.	0,48±0,06	40,71±0,56 ^a	1,04±0,11 ^a	0,94±0,08	0,44±0,06	ślady	41,38±0,78	1,03±0,22	p.d.	6,30±0,77	7,16±0,66	0,52±0,05
<i>Moskvichka</i>	13,20±0,52 ^{ab}	0,29±0,04	0,51±0,11	36,41±0,14 ^a	0,87±0,07	0,85±0,05	p.d.	p.d.	34,76±1,04 ^{ab}	0,51±0,07 ^a	p.d.	13,59±0,1,14 ^a	11,66±1,41	0,55±0,03
<i>Luczistaya</i>	15,68±0,42	p.d.	0,69±0,06	36,66±0,40	p.d.	1,46±0,18 ^a	p.d.	ślady	38,02±0,61	1,96±0,31 ^a	p.d.	9,04±0,86	10,82±0,94	1,35±0,10 ^a
<i>Arumnyj</i>	11,42±0,38	0,53±0,11	0,36±0,08	39,84±1,11	p.d.	0,76±0,15	p.d.	p.d.	37,07±0,88	0,72±0,04	p.d.	9,79±0,67	10,29±0,83	0,64±0,06
<i>Podarok Sadu</i>	11,22±0,43	p.d.	0,69±0,11	39,49±0,71	p.d.	0,55±0,08	p.d.	ślady	43,88±1,13 ^a	1,61±0,22	p.d.	5,37±0,68 ^a	7,76±0,89	0,65±0,05
<i>Augustinka</i>	15,75±0,48 ^b	ślady	0,30±0,07 ^a	36,53±0,98	p.d.	0,42±0,05 ^a	p.d.	0,20±0,03 ^a	45,81±1,21 ^A	1,11±0,23	0,19±0,04	7,18±0,55	7,79±0,99	0,47±0,03 ^a
<i>Jantarnoje Ozierinie</i>	9,43±0,41	0,51±0,08	0,79±0,08 ^b	38,06±0,34	0,29±0,04 ^a	0,57±0,07	p.d.	p.d.	43,04±0,45	1,53±0,15	p.d.	6,26±0,51	8,37±0,62	0,58±0,03
<i>Lubikejskaya</i>	14,95±0,38	ślady	0,58±0,09	39,41±1,01	0,73±0,11	0,81±0,08	p.d.	0,44±0,04	36,84±0,74	1,37±0,11	p.d.	9,82±1,23	9,81±0,90	0,53±0,04

Wartości w kolumnach oznaczone tą samą (małą) literą różnią się istotnie przy $p < 0,05$, a dużą literą przy $p < 0,01$. Określenie „ślady” stosowano przy zawartości kwasów tłuszczowych poniżej 0,1 % ale dającej wyraźny sygnał. P.d. – poniżej detekcji

Values in the columns marked with the same (small), letter are significantly different at $p < 0,05$, and a capital letter at $p < 0,01$. The term “ślady” was used in the case of fatty acid content of less than 0,1% but giving a clear signal. P.d. – below detection

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie otrzymanych wyników (Tab. I) można stwierdzić, że istnieje dość duża zmienność zawartości tłuszczu pomiędzy badanymi odmianami. Odmiany *Prozrachnaya* i *Botanicheskaya* zawierają jedynie około 7,15–7,66% tłuszczu w suchej masie. Inne odmiany, a zwłaszcza *Luczistaya* i *Augustinka* zawierają dwukrotnie więcej tłuszczu w owocach niż te, które posiadają go najmniej. Należy zwrócić również uwagę na skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu pozyskanym z owoców rokitnika. W większości przypadków badanych odmian, kwas palmitoleinowy [C 16:1(*cis*-9)] występował w największym stężeniu, a następnym, niewiele mu ustępującym pod względem udziału masowego, był nasycony kwas palmitynowy (C 16:0). Należy zwrócić również uwagę na wysoką zawartość kwasu linolowego i oleinowego. Stosunek sumy kwasów tłuszczowych nienasyconych do sumy kwasów tłuszczowych nasyconych był w zakresach, odpowiednio: 56,39–62,75 vs. 37,25–43,61. W tłuszczach badanych odmian rokitnika stwierdzono ponadto obecność kwasów: laurynowego (C 12:0), mirystynowego (C 14:0), margarynowego (C 17:0), stearynowego (C 18:0) oraz alfa-linolenowego [C 18:3(*cis*-9,12,15)]. Wartości udziałów procentowych dla wymienionych kwasów tłuszczowych oscyływały najczęściej poniżej 1%. W badanych próbkach oznaczono także ślady następujących kwasów tłuszczowych: mirystoleinowy [C 14:1(*cis*-9)], elaidynowy [C 18:1(*trans*-9)] oraz kwas trikozanowy (C 23:0).

Rokitnik uważany jest za wartościową roślinę, ze względu na bogactwo związków aktywnych biologicznie zawartych w jej owocach. Wśród związków tych są nienasycone kwasy tłuszczowe, które korzystnie wpływają na organizm człowieka. Przeprowadzone analizy wykazały zbieżność wyników z pracami innych autorów. *Zielińska* i *Nowak* wykazały, że głównymi kwasami tłuszczowymi w oleju z rokitnika są kwasy – palmitynowy i palmitoleinowy (6). Niniejsze badania również potwierdziły większą zawartość kwasów tłuszczowych nienasyconych w stosunku do kwasów tłuszczowych nasyconych w tym oleju. Różnice w zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych, w porównaniu do wyników przedstawionych w pracach innych autorów, wytłumaczyć można różnym sposobem pozyskiwania tłuszczów, różnym rodzajem materiału i odmian, z których je pozyskiwano, oraz warunków glebowo-klimatycznych towarzyszących ich uprawie (7, 8). Należy zaznaczyć, że profil kwasów tłuszczowych był często podobny w różnych odmianach, mimo niejednakowej zawartości tłuszczu. Tylko w nielicznych przypadkach różnice zawartości kwasów tłuszczowych były statystycznie istotne (co zaznaczono w tabeli I).

WNIOSKI

1. Poszczególne odmiany rokitnika różnią się pomiędzy sobą zawartością tłuszczów.
2. Skład kwasów tłuszczowych jest podobny dla wielu odmian rokitnika.
3. Uzyskane wyniki są zgodne z wynikami innych autorów.

A. Wojtanowska-Krośniak, R. Francik, E. Kondratowicz-Pietruszka,
M. Buczek, P. Zagrodzki, M. Krośniak

FAT CONTENT AND FATTY ACIDS COMPOSITION IN OIL OBTAINED FROM DIFFERENT
CULTIVARS OF SEA BUCKTHORN GROWN IN SOUTHERN POLAND

Summary

The aim of this study was to compare the percentage of fat (oil) in the fruits of 10 cultivars of sea buckthorn grown in the same soil and climatic conditions in Brzezna near Nowy Sacz. In addition, the fatty acids qualitative and quantitative compositions in the oil obtained from the fruits of the investigated cultivars were determined by gas chromatography. The predominant fatty acid in the oil was palmitoleic acid followed by palmitic acid. The unsaturated fatty acids consists the majority of all fatty acids.

PIŚMIENNICTWO

1. *Li T.S.C.*: Sea Buckthorn Production Guide. Canada Seabuckthorn Enterprises Limited January 1997 (<http://www.seabuckthorn.com/prodgdpdf.pdf>). – 2. *Zeb, A.*: Chemical and Nutritional Constituents of Sea Buckthorn Juice Pak. *J. Nutr.* 2004; 3: 99-106. – 3. *Montpetit, D., Lalonde, M.*: In-vitro propagation and subsequent nodulation of the actinorhizal *Hippophae rhamnoides L.* *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 1988; 15: 189-199. – 4. *Maheshwari, D.T., Yogendra Kumar, M.S., Verma, S.K., Singh, V.K., Singh, S.N.*: Antioxidant and hepatoprotective activities of phenolic rich fraction of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) leaves. *Food Chem. Toxicol.* 2011; 49: 2422-2428. doi: 10.1016/j.fct.2011.06.061. – 5. *Zheng, X., Long, W., Liu, G., Zhang, X., Yang, X.*: Effect of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides ssp. sinensis*) leaf extract on the swimming endurance and exhaustive exercise-induced oxidative stress of rats. *J. Sci. Food Agric.* 2012; 92: 736-742. doi: 10.1002/jsfa.4634. – 6. *Zielińska A., Nowak I.*: Kwasy tłuszczowe w olejach roślinnych i ich znaczenie w kosmetyce. *Chemik* 2014; 68: 103-110. – 7. *Zadernowski R., Szalkiewicz M., Czaplicki S.*: Skład chemiczny i wartość odżywcza owoców rokitnika (*Hippophae rhamnoides L.*). *PFiOW* 2005; 8-9: 56-58. – 8. *Gutierrez L. F., Ratti C., Belkaceni K.*: Effects of drying method on the extraction yields and quality of oils from quebec sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) seeds and pulp. *Food Chem.* 2008; 106, 898-904.