

SKŁAD CHEMICZNY OWOCÓW ROKITNIKA ZWYCZAJNEGO (*Hippophaë rhamnoides* L.)

Ryszard Zadernowski, Jarosław Nesterowicz

Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

Zainteresowanie owocami rokitnika zwyczajnego (*Hippophaë rhamnoides* L.) wynika z faktu obecności dużych ilości związków biologicznie czynnych rozpuszczalnych w wodzie i tłuszczu. Wśród substancji biologicznie aktywnych rokitnika wymienia się: kwasy fenolowe, katechiny, flawonole, witaminy rozpuszczalne w wodzie i tłuszczu oraz mikro- i makropierwiastki. Podstawową rolą tej grupy związków, nazywanej też antyoksydantami, jest ochrona organizmu przed działaniem wolnych rodników. Wolnym rodnikom przypisuje się szereg niekorzystnych zmian, obejmujących peroksydację kwasów tłuszczowych oraz modyfikację konfiguracji białek i kwasów nukleinowych. Takie działanie powoduje zaburzenia czynności komórek somatycznych, przyczyniając się do rozwoju chorób nowotworowych i układu krążenia.

W tym kontekście dodatek owoców rokitnika do produktów żywnościowych może uzupełniać skład produktów w czynne biologicznie substancje, a jednocześnie spełniać rolę parafarmaceutyku o działaniu ochronnym.

Cel badań

Celem podjętych badań było porównanie składu chemicznego owoców rozpowszechnionej w Polsce odmiany rokitnika (Nadbałtycka), z odmianami uprawianymi na plantacjach w Naukowo-Badawczym Instytucie Sadowniczym na Białorusi.

Materiał i metody

Do badań wykorzystano pięć odmian rokitnika: Nadbałtycka (dziko rosnąca w Polsce), Otradnaja, Podarok Sadu, Trofimowskaja, Niwieliena i hybryda 29–88. Owoce odmiany Nadbałtycka zostały zebrane w okolicach Olsztyna, natomiast

owoce pozostałych odmian dostarczył Białoruski Naukowo-Badawczy Instytut Sadownictwa.

Dostarczone do badań próby zbierano w stadium dojrzałości technologicznej w 1995 i 1996 roku. Po obróbce wstępnej (przebieganie, mycie) owoce zamrażano i przechowywano do czasu wykonania badań w temperaturze -18°C .

Analiza składu chemicznego

Suchą masę, ekstrakt ogólny, cukry redukujące i ogółem, kwasy organiczne, tłuszcz, popiół, witaminę C i karotenoidy oznaczano metodami opisanymi w polskich i amerykańskich normach [AOAC 1984; AOCS 1990; Polska norma PN-90/A75101 1990]. Związki fenolowe oznaczano metodą spektrofotometryczną, stosując odczynnik Folina-Ciocalteus'a (rozcieńczony w stosunku 1:2) [AOAC 1984; JAWORSKI, LEE 1987; ZADERNOWSKI 1987].

Oznaczanie kwasów tłuszczowych

Analizę wykonano stosując technikę chromatografii gazowej (GC). Estry metylowe kwasów tłuszczowych przygotowywano wg procedury opisaną przez ZADERNOWSKIEGO i SOSULSKIEGO [1978]. Próbkę oleju w ilości 10 mg były umieszczane w próbówce farmaceutycznej. Po dodaniu 2 cm^3 mieszaniny chloroform-methanol-kwas siarkowy (100:100:1) i zamknięciu przez zatopienie nad palnikiem gazowym, przetrzymywano w temperaturze 70°C przez 2 h. Oznaczenie przeprowadzono przy użyciu chromatografu gazowego, wyposażonego w detektor FID, stosując kolumnę kapilarną (30 m x 0,32 mm) SP 2330 firmy Supelco. Kwasy tłuszczowe zidentyfikowano w oparciu o czasy retencji kwasów wzorcowych.

Oznaczanie β -karotenu, witaminy A i tokoferoli

Analizę przeprowadzono techniką wysoko sprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) [WARNER, MOUNTS 1990; HEWARTHARNA i in. 1996]. W celu ilościowego oznaczenia tokoferoli odważano 0,8 g oleju do kolby miarowej o pojemności 10 cm^3 i uzupełniono heksanem. Heksanowy roztwór oleju przed naniesieniem na kolumnę HPLC filtrowano przy użyciu filtra Millipore ($0,45\ \mu\text{m}$).

Do analizy wykorzystano system HPLC serii HP 1050 firmy Hewlett Packard, składający się z: dozownika, modułu mieszania, odgazowywacza, pompy, detektorów UV-Vis i fluorescencyjnego (HP 1046A). Do rozdzielania użyto kolumny LiChroCart ($5\ \mu\text{m}$) firmy Merck o wymiarach 250 x 4 mm. Fazę ruchomą stanowił heksan z dodatkiem alkoholu izoamylogowego (99,3:0,7) w układzie izokratycznym. Całkowity czas analizy wynosił 25 minut, zachowując następujące parametry rozdzielania: przepływ rozpuszczalnika – $1,5\text{ cm}^3\text{-min}^{-1}$, temperatura kolumny – 20°C .

Oznaczenie rozdzielonych związków wykonano przy trzech długościach pomiarowych fali, które pozwalają na identyfikację: β -karotenu – detektor UV-Vis (450 nm); witaminy A (jako palmitynianu retinolu) – detektor UV-Vis (325 nm); α -, β -, γ -, δ -tokoferolu – detektor fluorescencyjny.

Otrzymane wyniki rozdzielania chromatograficznego zbierano i analizowano przy pomocy oprogramowania Chem Stations A.03.03. Analizę jakościową i ilościową prób wykonano w oparciu o wzorzec: β -karotenu (czas retencji

$t_r=1,2 \pm 0,2$ s); witaminy A (palmitynian retinolu), ($t_r=1,3 \pm 0,2$ s); α -tokoferolu ($t_r=5,01 \pm 0,2$ s); β -tokoferolu ($t_r=10,7 \pm 0,2$ s); γ -tokoferolu ($t_r=12,6 \pm 0,3$ s) i δ -tokoferolu ($t_r=24,1 \pm 0,2$ s) firmy Merck, naniesione pojedynczo na kolumnę.

Oznaczenie wybranych pierwiastków metali

Oznaczenie zawartości miedzi, manganu, żelaza, cynku, magnezu i wapnia

Badane próbki mineralizowano „na mokro” w mieszaninie kwasu azotowego i nadchlorowego (3:1) firmy Merck. Mineralizacji dokonywano w bloku grzejmym z elektronicznym programowaniem temperatury (Digestion System 20) firmy Tecator (Szwecja). Zawartość miedzi, manganu, żelaza, cynku, magnezu i wapnia oznaczono metodą płomieniowej absorpcji atomowej (płomień acetylen-powietrze). Podczas oznaczania Ca w celu wyeliminowania oddziaływania fosforu dodawano do próbek roztwór tlenku lantanu, w ilości zapewniającej 1% stężenie La^{+3} w badanych roztworach. Do pomiaru stosowano spektrofotometr absorpcji atomowej Unicam 939 AA-Solar, wyposażony w korekcję tła oraz odpowiednie lampy katodowe, współpracujące ze stacją danych ADAX [WHITESIDE 1976].

Oznaczenie zawartości sodu i potasu

Zawartość Na i K oznaczono metodą fotometrii płomieniowej (płomień acetylen-powietrze), stosując fotometr płomieniowy Flapho 4 firmy Carl Zeiss z Jeny.

Omówienie i dyskusja wyników

Skład chemiczny rokitnika budzi szczególne zainteresowanie wielu ośrodków badawczych zajmujących się pozyskiwaniem naturalnych substancji biologicznie czynnych. Równolegle prowadzone są w wielu krajach (Rosja, Białoruś, Niemcy) prace hodowlane nad doskonaleniem tej rośliny.

Dotychczas uprawiane odmiany rokitnika charakteryzuje szeroka rozpiętość w zawartości poszczególnych składników chemicznych [BUKSZTYNOW, TROFIMOW 1985, STEINBRICH 1994]. Podobną tendencję zaobserwowano w badanych próbach (tab. 1). Na przykład zawartość suchej masy mieściła się w przedziale od 13,25% w odmianie Niwieliena-95 do 22,53% w odmianie Podarok Sadu-96. Ekstrakt badanych owoców wahał się od 6,1% ('Otradnaja-96') do 11,0% w owocach odmiany Trofimowskaja-95. Owoce odmiany polskiej (Nadbałycka-95) posiadały 14,88% suchej masy i 7,9% ekstraktu. Zawartość cukrów we wszystkich badanych odmianach była niska i nie przekraczała 2%. Wielu autorów [BUKSZTYNOW, TROFIMOW 1985; STEINBRICH 1994; KLEINSCHMIDT i in. 1996] podaje, że w odmianach rosyjskich ilość cukrów określana jest na poziomie od 3 do 8%. W owocach odmian białoruskich i odmianie polskiej ilość cukrów ogółem mieści się w przedziale od 1,20 do 1,50%, a cukrów redukujących 1,20–1,30%.

Wszystkie badane odmiany owoców charakteryzowała wysoka zawartość kwasów organicznych. Ich ilość w przeliczeniu na kwas cytrynowy wahała się od 1,13% ('Otradnaja-95') do 3,26% ('Nadbałycka-96'). BUKSZTYNOW, TROFIMOW [1984], ZAŁĘCKI [1991], CHIRKINA [1994]; KLEINSCHMIDT i in. [1996] podają, że w owocach rokitnika występują przede wszystkim kwasy: cytrynowy, jabłkowy, D-winowy, nikotynowy oraz liczne kwasy fenolowe. Ważnym wyróżnikiem sensorycz-

nym, który decyduje o orzczwającym smaku owoców jest wzajemny stosunek kwasów organicznych i cukrów. W przypadku badanych odmian stosunek kwasów organicznych do cukrów ogółem wynosił w zależności od odmiany od 0,5 do 1.

Tabela 1; Table 1

Podstawowy skład chemiczny owoców rokitnika
Basic chemical composition of sea-buckthorn fruits

Odmiana Variety	Sucha masa Dry matter (%)	Ekstrakt Extract (%)	Cukry ogółem Sugars in total	Cukry redukujące Reducing sugars	Kwasy organiczne Organic acids	Tłuszcze Fats	Popiół Ash
			(%)				
Nadbałtycka-95	14,88	7,9	1,47	1,22	3,30	2,20	0,51
Nadbałtycka-96	14,80	7,8	1,49	1,23	3,26	2,25	0,51
Otradnaja-95	19,45	7,0	1,22	1,20	1,13	3,46	0,52
Otradnaja-96	15,45	6,1	1,40	1,20	1,46	2,32	0,53
Podarok sadu-95	18,48	8,0	1,45	1,30	1,68	2,76	0,55
Podarok sadu-96	22,53	9,5	1,23	1,20	1,55	2,40	0,60
Trofimowskaja-95	17,82	11,0	1,40	1,24	1,65	3,13	0,50
Trofimowskaja-96	17,17	9,5	1,50	1,25	1,60	3,43	0,51
Niwieliena-95	13,25	7,1	1,50	1,30	2,34	2,32	0,55
Niwieliena-96	16,78	9,5	1,48	1,30	2,16	2,50	0,53
Hybryda 29-88-95	17,23	9,0	1,38	1,23	1,32	3,58	0,53
Hybryda 29-88-96	15,76	7,0	1,40	1,22	1,73	2,95	0,53

Cechą charakterystyczną owoców rokitnika w porównaniu do owoców innych drzew i krzewów jest zawarty w miąższu tłuszcz. Ilość lipidów w owocach świeżych wahała się od 2,20% ('Nadbałtycka-95') do 3,58% (mieszaniec oznaczony symbolem 29-88-95). Otrzymane wartości odnoszą się do tłuszczu oraz związków w nim rozpuszczonych. BUKSZTYNOW I TROFIMOW [1985] podają, że w odmianach rokitnika rosyjskiego zawartość tłuszczów wynosi od 3 do 5%.

Owoc rokitnika to pestkowiec, a obecność pestki jest bezpośrednią przyczyną zwiększonej ilości substancji mineralnych (popiołu). W badanych odmianach poziom składników mineralnych nie przekraczał 0,6%. Wśród pierwiastków dominowały: potas, wapń, magnez i sód. W zdecydowanie mniejszych ilościach występowało żelazo, cynk, mangan, miedź i nikiel (tab. 2).

W odróżnieniu od innych owoców, owoce rokitnika stanowią bogate źródło substancji biologicznie aktywnych rozpuszczalnych w wodzie i tłuszczach, klasyfikowanych też jako antyoksydanty. Korzystne działanie antyoksydantów polega na opóźnianiu fazy tworzenia wolnych rodników lub przerywania łańcucha reakcji wolnorodnikowych. Antyoksydanty przerywające łańcuch reakcji wolnorodnikowych przez bezpośrednią reakcję z wolnymi rodnikami to: kwas askorbinowy, tokoferole, β -karoten, witamina A i związki fenolowe.

Tabela 2; Table 2

Zawartość podstawowych pierwiastków w świeżych i wysuszonych owocach rokitnika
Content of basic microelements in fresh and dried sea-buckthorn fruits

Odmiana Variety	Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Ca	Mg	Na	K
	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.; $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ DM								
Nadbałycka-95	0,55	1,73	1,62	6,00	0,18	66,55	86,20	20,50	2,03
	3,71	11,49	11,61	40,32	1,20	447,22	579,26	137,76	13,67
Nadbałycka-96	0,51	1,54	1,70	6,20	0,12	64,20	85,90	19,72	1,89
	3,46	10,42	11,49	41,91	0,81	434,00	580,68	133,31	12,79
Otradnaja-95	0,55	1,84	1,37	13,29	0,07	75,82	96,60	19,36	1,83
	2,83	9,46	7,03	68,31	0,36	389,71	496,52	99,51	9,41
Otradnaja-96	0,47	1,47	1,10	11,45	0,05	66,23	78,66	16,12	1,52
	3,08	9,51	7,12	74,02	0,34	428,52	508,93	104,30	9,83
Podarok Sadu-95	0,546	1,52	2,35	6,57	0,06	64,32	86,83	19,96	2,00
	2,95	8,24	12,71	35,54	0,31	348,00	469,75	108,00	10,84
Podarok Sadu-96	0,62	1,79	2,69	7,90	0,07	80,38	102,10	23,82	2,37
	2,76	7,96	13,14	35,08	0,31	356,89	453,32	105,76	10,52
Trofimowskaja-95	0,56	1,69	0,95	12,61	0,08	69,53	82,68	20,52	2,044
	3,13	9,50	5,34	70,73	0,46	390,06	463,83	115,12	11,47
Trofimowskaja-96	0,51	1,47	0,91	11,74	0,07	68,42	83,14	20,40	1,87
	2,96	8,57	5,27	68,33	0,43	398,20	483,87	118,73	10,89
Niwieliena-95	0,41	1,78	1,04	6,94	0,06	50,28	77,60	24,46	1,88
	3,07	13,45	7,85	52,40	0,47	379,61	585,88	184,67	14,22
Niwieliena-96	0,50	2,16	1,28	8,44	0,07	64,02	94,92	31,67	2,50
	2,99	12,85	7,63	50,30	0,44	381,56	565,72	188,75	14,92
Hybryda 29-88-95	0,36	1,55	1,03	7,12	0,06	51,37	87,41	15,15	2,16
	2,09	8,99	5,97	41,29	0,36	297,94	506,98	87,87	12,51
Hybryda 29-88-96	0,31	1,39	0,88	6,12	0,05	48,92	82,46	14,20	20,09
	1,96	8,83	5,55	38,80	0,32	310,15	522,80	90,03	13,27

Wśród substancji rozpuszczalnych w wodzie, występujących w owocach rokitnika, dominują witamina C i związki fenolowe.

Najwyższą ilość kwasu askorbinowego posiadały owoce odmiany Nadbałtycka (336 mg%), (tab. 3). Pozostałe odmiany posiadały od 60% (hybryda 29-88-96) do 79% (Podarok Sadu-96). Powyższy poziom zawartości kwasu askorbinowego wpływa na podwyższenie kwasowości owoców.

Tabela 3; Table 3

Wybrane składniki chemiczne rozpuszczalne w soku komórkowym
Selected chemical components soluble in a cell juice

Odmiana Variety	Związki fenolowe ogółem Total phenolic compounds		Witamina C Vitamin C	
	(%)	% s.m.; % DM	(mg%)	mg% s.m. mg% DM
Nadbałtycka-95	0,14	0,94	336,90	2274,18
Nadbałtycka-96	0,16	1,07	336,76	2263,17
Otradnaja-95	0,09	0,46	82,99	418,51
Otradnaja-96	0,08	0,55	117,73	762,01
Podarok Sadu-95	0,10	0,56	127,38	689,29
Podarok Sadu-96	0,09	0,40	73,34	325,52
Trofimowskaja-95	0,11	0,60	128,35	720,26
Trofimowskaja-96	0,09	0,52	106,15	618,23
Niwieliena-95	0,08	0,57	84,92	640,91
Niwieliena-96	0,08	0,45	80,09	477,29
Hybryda 29-88-95	0,09	0,55	106,15	616,08
Hybryda 29-88-96	0,12	0,75	137,99	875,57

Ważną grupę związków chemicznych owoców stanowią związki fenolowe. Oprócz kształtowania cech sensorycznych, barwy i aromatu, wykazują wysoką aktywność przeciwutleniającą, polegającą na ochronie nienasyconych kwasów tłuszczowych, witamin rozpuszczalnych w wodzie i tłuszczach oraz innych cennych z punktu widzenia żywieniowego związków. Najwyższą ilość związków fenolowych ogółem stwierdzono w odmianie Nadbałtycka-96 (0,16%, 1,07% w przeliczeniu na suchą masę). Najmniej fenoli zawierały owoce odmiany Niwieliena-96 (0,08%, 0,49% s.m.).

W celu określenia form związków fenolowych, występujących w poszczególnych odmianach, dokonano rozdziału powyższej grupy na frakcje metodą sączenia do fazy stałej. W wyniku podziału otrzymano cztery frakcje reprezentowane przez: niskocząsteczkowe związki fenolowe o charakterze kwaśnym, w tym wolne kwasy fenolowe (frakcja I), katechiny i procyanidyny (frakcja II), flawonole (frakcja III) i spolimeryzowane związki fenolowe (frakcja IV).

Udział poszczególnych frakcji związków fenolowych w badanych odmianach owoców różnił się nieznacznie. Dominującą frakcją owoców była frakcja zwią-

ków niskocząsteczkowych, która stanowiła około 79,0% zawartości wszystkich związków fenolowych. Pozostałe grupy występowały w ilościach dużo mniejszych: flawonole (ok. 9,8%), katechiny i procyanidyny (ok. 8,2%), spolimeryzowane związki fenolowe (ok. 3,0%). Wydzieloną z ekstraktu związków fenolowych frakcję związków niskocząsteczkowych (frakcja I) poddano analizie chromatograficznej z zastosowaniem techniki GC-MS. W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono obecność następujących kwasów fenolowych: p-hydroksycynamonowego (p-kumarowy), 3,4-dihydroksybenzoesowego (prokatechowy), 4-hydroksy3-metoksycynamonowego (ferulowy), 3,4,5-trihydroksybenzoesowego (galusowy), m-hydroksycynamonowego (m-kumarowy) i 2,6-dihydroksybenzoesowego.

Olej otrzymany z owoców rokitnika jest gęstą, czerwono-pomarańczową płynną substancją, złożoną z mieszaniny triacylogliceroli, w których dominują kwasy: palmitynowy, oleopalmitynowy, oleinowy i linolowy (tab. 4). ZADERNOWSKI i in. [1997] podają, że oleje rokitnikowe otrzymane z różnych części owoców (miąższ, nasiona, skórka) różnią się istotnie pod względem składu kwasów tłuszczowych.

Tabela 4; Table 4

Procentowy skład kwasów tłuszczowych lipidów różnych odmian rokitnika
Percentage of lipids fatty acids in different sea-buckthorn varieties

Odmiana Variety	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	Nasy- cone Satur- ated	Nienasy- cone Mono- enic	Wielo- niena- sycone Polye- nic
Nadbałtyca-95	27,00	33,42	0,61	22,54	12,40	4,02	27,61	55,96	16,42
Nadbałtycka-96	30,00	31,40	0,61	21,56	11,40	5,02	30,61	52,96	16,42
Otradnaja-95	20,60	30,40	1,50	13,00	26,60	7,90	22,10	43,40	34,50
Otradnaja-96	20,70	33,70	1,10	18,50	19,70	6,30	21,80	52,20	26,00
Podarok Sadu-95	20,50	32,9	2,60	16,30	28,00	9,70	23,10	49,20	27,70
Podarok Sadu-96	24,10	18,00	0,50	25,60	21,20	10,60	24,60	43,60	31,80
Trofimowskaja-95	30,20	30,80	0,50	18,50	9,30	10,70	30,70	49,30	20,00
Trofimowskaja-96	32,80	31,70	0,70	15,00	10,40	9,00	33,50	47,10	19,40
Niwieliena-95	28,40	19,20	1,60	30,80	12,90	7,10	30,00	50,00	20,00
Niwieliena-96	24,20	29,60	1,90	20,10	14,30	9,90	26,10	49,70	24,40
Hybryda 29-88-95	28,60	26,30	0,20	24,40	11,80	8,70	28,80	50,70	20,50
Hybryda 29-88-96	28,20	28,40	0,80	22,60	13,10	6,90	29,00	51,00	20,00

- C_{16:0} – kwas palmitynowy; palmitate acid
 C_{16:1} – kwas palmitynooleinowy; palmitoleate acid
 C_{18:0} – kwas stearynowy; stearate acid
 C_{18:1} – kwas oleinowy; oleate acid
 C_{18:2} – kwas linolenowy; linolte acid
 C_{18:3} – kwas γ-linolenowy; γ-linolate acid

Olej rokitnikowy otrzymany z miąższu i pestek zawiera liczne substancje biologicznie aktywne o działaniu antyoksydacyjnym, profilaktycznym i leczniczym.

Wśród nich można wyróżnić: karotenoidy, β -karoten, tokoferole (α -, β -, γ -, δ -tokoferol), sterole i ich pochodne oraz węglowodory. Najniższą zawartością karotenoidów charakteryzowały się owoce odmiany Niwieliena-96 (5,51 mg%), a około czterokrotnie wyższą owoce hybrydy 20-88-95 (20,29 mg%), (tab. 5). Ilość karotenoidów w odmianie Nadbałtycka kształtowała się w granicach średnich i wynosiła 10,66 mg%. Bogate w karotenoidy są odmiany, których owoce zabarwione są na kolor pomarańczowy i pomarańczowo-czerwony. BUKSZTYNOW i TROFIMOW [1984] podają, że w oleju z miąższu ilość karotenoidów dochodzi do 1089 mg%, a z nasion do 48 mg%.

Tabela 5; Table 5

Zawartość karotenoidów i β -karotenu w owocach rokitnika
Contents of carotenoids and β -carotene in sea-buckthorn

Odmiana Variety	Karotenoidy ogółem Total carotenoids		β -karoten β -carotene	
	(mg%)	mg·100 g ⁻¹ s.m. mg·100 g ⁻¹ DM	(mg%)	mg·100 g ⁻¹ s.m. mg·100 g ⁻¹ DM
Nadbałtycka-95	10,65	71,88	9,10	61,42
Nadbałtycka-96	10,66	71,67	9,07	60,67
Otradnaja-95	9,42	47,53	8,67	43,70
Otradnaja-96	15,05	97,37	14,97	94,91
Podarok Sadu-95	10,18	55,10	9,53	50,52
Podarok Sadu-96	14,44	64,11	13,79	61,22
Trofimowskaja-95	11,19	62,82	10,33	53,95
Trofimowskaja-96	16,85	98,14	16,08	93,65
Niwieliena-95	6,48	48,87	5,59	42,15
Niwieliena-96	5,51	32,85	4,50	26,83
Hybryda 29-88-95	20,29	117,78	16,95	98,36
Hybryda 29-88-96	19,74	125,25	18,87	119,75

Ustalono, że w owocach wszystkich badanych odmian rokitnika ponad 90% wszystkich karotenoidów stanowił β -karoten. Zawartość β -karotenu wahała się od 4,50 mg% w odmianie Niwieliena-96 (26,83 mg% s.m.) do 18,87 mg% w hybrydzie 29-88-96 (119,75 mg% s.m.). Odmiana Nadbałtycka-95 zawierała β -karoten w ilości 9,10 mg%, co w przeliczeniu na suchą masę stanowiło 61,42 mg% s.m. Badane owoce zawierały także od 0,59 mg% do 2,52 mg% witaminy A. Owoce odmiany Nadbałtycka zawierały witaminę A na poziomie średnim, w ilości 1,15–1,20 mg% (7,98–8,06 mg% s.m.), (tab. 6).

Wysoką aktywność biologiczną (antyoksydacyjną) zawdzięcza olej rokitnikowy nie tylko karotenoidom, ale również tokoferolom, sterolom i węglowododom. W świeżych owocach rokitnika, w zależności od odmiany, znajduje się od 0,46 mg% (Niwieliena-96) do 1,89 mg% (hybryda 29-88-96) tokoferoli. W przeliczeniu na suchą masę stanowi to odpowiednio: 2,74 mg% oraz 11,99 mg%. Odmiana Nadbałtycka-96 charakteryzowała się zawartością tokoferoli na poziomie 0,90 mg% (6,04 mg% s.m.). Wśród tokoferoli dominującą formą był α -tokoferol, natomiast β -, γ -, δ -tokoferol występowały w ilościach śladowych.

Tabela 6; Table 6

Zawartość α -tokoferolu i witaminy A w owocach rokitnika
 Contents of α -tocopherol and vitamin A in sea-buckthorn

Odmiana Variety	α -tokoferol α -tocopherol		Witamina A Vitamin A	
	(mg%)	mg·100 g ⁻¹ s.m. mg·100 g ⁻¹ DM	(mg%)	mg·100 g ⁻¹ s.m. mg·100 g ⁻¹ DM
Nadbałtycka-95	0,90	6,04	1,20	8,06
Nadbałtycka-96	0,89	6,01	1,15	7,97
Otradnaja-95	0,87	4,47	1,05	5,39
Otradnaja-96	1,40	9,06	1,78	11,52
Podarok Sadu-95	0,93	5,03	1,24	6,70
Podarok Sadu-96	1,41	6,25	1,88	8,34
Trofimowskaja-95	1,01	5,66	1,32	7,40
Trofimowskaja-96	1,61	9,37	2,01	11,70
Niwieliena-95	0,56	4,22	0,70	5,28
Niwieliena-96	0,46	2,74	0,59	3,51
Hybryda 29-88-95	1,70	9,86	2,09	12,13
Hybryda 29-88-96	1,89	11,99	2,52	15,98

W oleju z nasion i miąższu owoców ilość tokoferoli wynosiła odpowiednio 300 i 227 mg%. BUKSZTYNOW I TROFIMOW [1985] oraz ZADERNOWSKI I in. [1997, 1998] podają, że ilość tokoferoli oznaczonych w oleju rokitnikowym techniką chromatografii cieczowej kształtuje się na poziomie 106 mg% (tab. 7).

Tabela 7; Table 7

Zawartość tokoferoli, węglowodorów oraz steroli i ich pochodnych w oleju rokitnikowym
 Contents of tocopherols, hydrocarbons sterols and their derivatives, in sea-buckthorn oil

Odmiana Variety	Tokoferole Tocopherols (mg%)	Sterole i ich pochodne Sterols and their derivates (%)	Węglowodory Hydrocarbons (%)
Nadbałtycka-95	101	2,3	3,3
Nadbałtycka-96	106	2,0	3,6
Otradnaja-95	110	3,0	3,5
Otradnaja-96	109	2,6	4,0
Podarok Sadu-95	110	2,7	3,9
Podarok Sadu-96	100	2,9	3,7
Trofimowskaja-95	115	2,0	3,7
Trofimowskaja-96	112	2,5	4,0
Niwieliena-95	112	2,1	3,9
Niwieliena-96	110	3,0	3,8
Hybryda 29-88-95	109	2,6	3,7
Hybryda 29-88-96	106	2,3	3,5

W olejach otrzymanych z badanych owoców rokitnika zawartość tokoferoli mieściła się w przedziale od 100–115 mg%, podczas gdy steroli i ich pochodnych od 2–3%, a węglowodorów nie przekraczała 4%.

Wnioski

1. Stwierdzono duże zróżnicowanie odmian owoców rokitnika w zakresie podstawowego składu chemicznego, jak również pod względem zawartości związków biologicznie aktywnych o właściwościach antyoksydantów.
2. Podstawowe składniki owoców odmiany Nadbałtycka kształtowały się na poziomie średnim w porównaniu z innymi odmianami.
3. Owoce odmiany Nadbałtyckiej przewyższały inne odmiany pod względem zawartości związków biologicznie aktywnych, zwłaszcza związków fenolowych i witaminy C.

Literatura

- AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 14th edited. Association of Official Analytical Chemists. Arlington.
- AOCS. 1990. *Official and Tentative Methods*. 4th edited. American Oil Chemists' Society. Champaign II.
- BUKSZTYNOW A.D., TROFIMOW T.T. 1985. *Oblepicha*. Moskwa: 5–24.
- CHIRKINA T.F. 1994. *Khimicheskijj sostav oblepikhovogo shrota*. Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Pishh. Technol. (1–2): 24–26.
- HEWARITHARANA A.K., BRAKEL A.S., HARNETL M. 1996. *Simultaneous liquid chromatographic determination of vitamins A, E and β -carotene in common dairy foods*. Int. Dairy J. 6: 613–624.
- JAWORSKI A., LEE C.Y. 1987. *Fractionacion and HPLC determination of grape Phenolics*. J. Agric. Food Chemistry 35(2): 259–261.
- KLEINSCHMIDT T., SIUDZIŃSKI S., LANGE E. 1996. *Stabilisierung der Öl- und Trubstoffphase im Sanddornsafte*. Flüss. Obst 63(12): 702–705.
- Polska norma PN-90/A75101. 1990. Przetwory owocowe i warzywne.
- STEINBRICH J. 1994. *Najwięcej witaminy C ma rokitnik*. Wiadomości Zielarskie 4: 12–13.
- WARNER K., MOUNTS T.L. 1990. *Analysis of tocopherols and phytosterols in vegetable oils by HPLC with evaporative light scattering detection*. J. Am. Oil Chem. Soc. 67(1): 827–831.
- WHITESIDE P.J. 1976. *PYE Unicam*. Atomic Absorption. Data Book. Cambridge.
- ZADERNOWSKI R. 1987. *Studies on Phenolic Compounds of Rapeseeds Flours*. Acta Acad. Agric. Techn. Olst., Technol. Alimen. 21, Supl. F: 7–11.
- ZADERNOWSKI R., NOWAK-POLAKOWSKA H., RASHED A.A. 1998. *Substancje biologicznie aktywne bioolejów roślinnych. Cz. I. Substancje niezmydlające jako naturalne anty-*

oksydanty. Zbiór prac III sympozjum pt. „Olej z nasion wiesiolka i inne oleje zawierające kwasy n-6 lub n-3 w profilaktyce i terapii”. Sulejów, 15–16 V 1998: 156–161.

ZADERNOWSKI R., NOWAK-POLAKOWSKA H., LOSSOW B., NESTEROWICZ J. 1997. *Sea-Buckthorn Lipids*. J. Food Lipids 4(3): 165–172.

ZADERNOWSKI R., SOSULSKI F. 1978. *Composition of total lipids in rapeseed*. J. Am. Oil Chem. Soc. 55(12): 870–872.

ZALĘCKI R. 1991. *Właściwości lecznicze i uprawa rokitnika zwyczajnego*. Wiadomości Zielarskie 2: 18–19.

Słowa kluczowe: rokitnik zwyczajny (*Hippophaë rhamnoides* L.), skład chemiczny, lipidy, związki biologicznie czynne

Streszczenie

W nawiązaniu do wartości odżywczej i leczniczej rokitnika omówiono skład chemiczny owoców pięciu odmian i hybrydy, pochodzących z uprawy doświadczalnej Białoruskiego Naukowo-Badawczego Instytutu Sadownictwa w Samochwałowiczach koło Mińska oraz jednej odmiany dziko rosnącej na terenie północno-wschodniej Polski (Nadbałtycka). Stwierdzono duże zróżnicowanie odmian owoców rokitnika w zakresie podstawowego składu chemicznego, jak również pod względem zawartości związków biologicznie aktywnych o właściwościach antyoksydantów. W poszczególnych próbach określono poziom suchej masy, ekstrakt ogólny, cukry redukujące i ogółem, kwasy organiczne, tłuszcz, popiół, składniki mineralne, witaminę C, karotenoidy, β -karoten, tokoferole, witaminę A oraz ilość związków fenolowych. Ustalono, że uprawiane odmiany charakteryzuje szeroka rozpiętość w zawartości poszczególnych składników chemicznych. Owoce odmiany Nadbałtycka przewyższały inne odmiany pod względem zawartości związków biologicznie aktywnych, zwłaszcza związków fenolowych, witaminy C i ogólnego poziomu karotenoidów.

CHEMICAL COMPOSITION OF SEA-BUCKTHORN (*Hippophaë rhamnoides* L.) FRUITS

Ryszard Zadernowski, Jarosław Nesterowicz

Department of Processing and Chemistry of Plant Materials,
Warmia and Masuria University, Olsztyn

Key words: sea-buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.), chemical compounds, lipids, bioactive substances

Summary

Referring to nutritive and therapeutic values of sea-buckthorn, the chemical composition of fruits was investigated in six varieties and hybrids, originating

from experimental cultivation of Belorussian Scientific – Research Institute of Pomology, Samochwałowicze near Mińsk, and in one variety savagely growing on the area of north-east Poland (Baltic Sea variety). Strong differentiation of seabuckthorn fruit varieties was stated in respect of basic biochemical composition as well as in the content of biologically active compounds with antioxidant properties. The contents of dry matter, total extract, reducing sugars, total and organic acids, fat, ash, mineral components, vitamin C, carotenoids, β -carotene, tocopherols, vitamin A, and the quantity of phenolic compounds were determined in each test. It was stated that the cultivated varieties were characterized by a wide range of chemical component contents. Fruits of Baltic variety exceeded the other varieties in respect of biologically active compounds content, especially the phenolic ones, vitamin C and total level of carotenoids.

Dr hab. Ryszard **Zadernowski**, prof. UWM
Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
Plac Cieszyński 1
10-957 OLSZTYN