

## **CHARAKTERYSTYKA I PORÓWNANIE WARTOŚCI ŻYWIENIOWEJ ORZECHÓW I OTRZYMYWANYCH Z NICH OLEJÓW**

**Małgorzata Wroniak, Justyna Parzychowska, Agnieszka Rękas**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
Wydział Nauk o Żywności, Katedra Technologii Żywności  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-787 Warszawa  
malgorzata\_wroniak@sggw.pl

### **Streszczenie**

Orzechy posiadają liczne właściwości i wartości odżywcze, dostarczają cenne nienasycone kwasy tłuszczowe oraz związki bioaktywne obejmujące tokoferole, fitosterole, związki polifenolowe, witaminę E, witaminy z grupy B oraz składniki mineralne. Ze względu na dużą ilość białka są bardzo ważnym elementem w diecie wegetarian. W pracy przedstawiono charakterystykę orzechów arachidowych, brazylijskich, laskowych, makadamia, migdałów, nerkowca, pekan, pistacji, orzechów włoskich oraz otrzymywanych z nich olejów. Omówiono światową produkcję orzechów oraz przedstawiono skład chemiczny oraz zastosowanie olejów z różnych rodzajów orzechów. Wśród analizowanych olejów najwyższą zawartością jednonienasyconych kwasów tłuszczowych odznacza się olej z orzechów brazylijskich i migdałów (> 80%). Oleje z orzechów włoskich i nerkowca zawierają najwyższą koncentrację wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (odpowiednio 69% i 51%). Najkorzystniejszym stosunkiem kwasu linolowego do  $\alpha$ -linolenowego oznacza się olej z orzechów włoskich, zaś najmniej korzystnym stosunkiem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych charakteryzują się olej z orzechów brazylijskich (214:1) oraz olej migdałowy (134:1).

**Słowa kluczowe:** orzechy, olej z orzechów, skład kwasów tłuszczowych, wartość odżywcza

## **CHARACTERISTICS AND COMPARISON OF NUTRITIONAL VALUE OF NUTS AND OILS DERIVED THEREFROM**

### **Summary**

Nuts are nutrient dense foods with complex matrices rich in unsaturated fatty and other bioactive compounds: tocopherols, phytosterols, phenolic compounds, vitamin E, B vitamins and minerals. Due to substantial amounts of protein, nuts serve an important part of vegetarian's diet. This review examines nutritional value of several nuts, namely peanuts,

brazil, hazelnuts, macadamia nuts, almonds, cashews, pecans, pistachios and walnuts, and oils derived therefrom. The present report gathers world production statistics of nuts, summarizes the chemical composition and uses of various nut oils. Among analysed nut oils, brazil nut oil and hazelnut oil contain the highest level of monounsaturated fatty acids (>80%). Walnut oil (69%) and pecan nut oil (51%) contain the highest concentration of polyunsaturated fatty acids (69% and 51%, respectively). The most favourable linoleic acid to  $\alpha$ -linolenic acid ratio is present in walnut oil (4:1), while the least favourable ratio of these essential fatty acids is present in brazil nut oil (214:1) and almond oil (134:1).

**Key words:** nuts, nut oils, fatty acid composition, nutritional value

## WSTĘP

Rosnąca świadomość konsumentów sprawia, że zaczynają oni przywiązywać coraz większą uwagę do tych aspektów życia, które sprzyjają poprawie jego jakości. Dieta, obok sposobu i warunków życia, jest jednym z najważniejszych czynników zdrowia człowieka oraz dobrego samopoczucia. W kategorii tłuszczów roślinnych konsumenci poszukują produktów „naturalnych”, niepoddawanych wcześniej ekstrakcji z udziałem związków chemicznych ani procesowi rafinacji. Takimi produktami są oleje z orzechów tłoczone na zimno, których spożycie może prowadzić do obniżenia ryzyka rozwoju dietozależnych chorób cywilizacyjnych, takich jak: otyłość, niedokrwienna choroba serca, nadciśnienie tętnicze. Są one przede wszystkim źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych – linolowego i  $\alpha$ -linolenowego. Ponadto oleje z orzechów dostarczają innych składników bioaktywnych, takich jak: tokoferole i sterole, węglowodory (skwalen), karotenoidy oraz związki fenolowe. Biorąc pod uwagę rosnące zainteresowanie konsumentów olejami tłoczonymi na zimno, celowe było dokonanie przeglądu piśmiennictwa dotyczącego orzechów oraz otrzymywanych z nich olejów.

### Charakterystyka orzechów

Orzechy to owoce, w których część jadalną stanowią nasiona, a owocnie są suche, twarde i niejadalne. Charakterystyczną cechą składu chemicznego orzechów jest duża zawartość tłuszczu (60-63%) i białka (15-18%), a także wysoka wartość energetyczna, wynosząca ok. 640 kcal [Kazimierczak i in. 2008].

**Orzech włoski** (*Juglans regia* L.) jest gatunkiem drzewa liściastego z rodziny orzechowatych (*Juglandaceae*), a jego owoce powszechnie nazywane są orzechami. Światową produkcję orzecha włoskiego szacuje się na blisko 3 mln ton rocznie, a największymi jego producentami są Chiny (1,7 mln ton), Iran (450 tys. ton), Stany Zjednoczone (425 820 ton)

i Turcja (194 298 ton). Polska z produkcją na poziomie 12 310 ton rocznie zajmuje 20 miejsce [Zdyb 2009; FAOSTAT 2013a]. Jądra orzechów włoskich należą do produktów wysokoenergetycznych (638 kcal/100 g). Zawierają one od 55% do 70% tłuszczu, w skład którego wchodzi głównie nienasycone kwasy tłuszczowe, 15-20% białka, sole mineralne (głównie wapń i fosfor, a także łatwo przyswajalne związki żelaza, magnezu, sodu i potasu), witaminy E, C, z grupy B oraz A [Majewska i in. 2003; Zdyb 2009].

Należy podkreślić szczególną rolę orzechów włoskich w diecie, wynikającą z najwyższej – spośród wszystkich orzechów – zawartości kwasu  $\alpha$ -linolenowego (ALA n-3) (10,95% sumy wszystkich kwasów tłuszczowych) oraz proporcji kwasów linolowego (LA) do  $\alpha$ -linolenowego wynoszącej ok. 4:1 [Ciemniewska i Krygier 2012].

**Orzech laskowy** pozyskiwany jest z krzewu leszczyny pospolitej (*Corylus avellana* L.), należącego do rodziny brzoźowatych (*Betulaceae*). Owocem leszczyny jest jednonasienny, bezbielmowy orzech, otoczony okrywą powstałą ze zrośnięcia trzech podkwiatków. Światowa produkcja orzecha laskowego kształtuje się na poziomie 914 447 ton. Wiodącym krajem pod tym względem jest Turcja, z produkcją kształtującą się na poziomie 660 tys. ton (70% światowej produkcji). Ważnymi producentami orzecha laskowego są również Włochy (85 232 ton), Stany Zjednoczone (30 000 ton) i Azerbejdżan (29 624 ton). Polska z produkcją wynoszącą 4223 tony plasuje się na dziesiątym miejscu [Kazimierczak i in. 2009; FAOSTAT 2013a]. W orzechach laskowych dominującym składnikiem odżywczym jest tłuszcz, stanowi on 65,79% suchej masy ogółem, co sprawia, że są one produktem wysokoenergetycznym dostarczającym 629 kcal/100 g. Ponadto orzechy laskowe zawierają 14,95% białka, 16,7% węglowodanów oraz 9,7% błonnika. W skład tłuszczu wchodzi głównie nienasycone kwasy tłuszczowe, a największy w nich udział (ok. 80%) ma kwas oleinowy C 18:1 (n-9). Niemniej jednak ze względu na niską zawartość kwasu  $\alpha$ -linolenowego (ok. 0,1-0,2%) proporcja tłuszczów omega 6 do omega 3 wynosi 79:1 [Brufau i in. 2006; Kondratowicz-Pietruszka 2010; Ciemniewska-Żytkiewicz i in. 2014].

**Orzech arachidowy** (*Arachis hypogaea* L.), zwany również orzechem ziemnym, fistaszkami czy orzaczą ziemną, jest rośliną należącą do roślin z rodziny motylkowatych (*Papilionaceae*). Owocem orzecha arachidowego są strąki z bruzdowaną, włóknistą okrywą, zawierające od 1 do 4 nasion, tzw. orzeszki ziemne (fistaszki, orzeszki arachidowe). Największym światowym producentem orzechów ziemnych są Chiny, z produkcją wynoszącą 16,9 mln ton, następne są Indie (7,1 mln ton), Nigeria (3 mln ton) oraz Stany Zjednoczone (2,5 mln ton). Światowa produkcja tych orzechów wynosi 45,2 mln ton rocznie [Kazimierczak 2008]. Ze względu na wysoką temperaturę dymienia, wynoszącą 229°C, olej

z orzechów arachidowych jest wykorzystywany do smażenia w głębokim tłuszczu, co zapewnia produktom chrupką powłokę oraz niską absorpcję tłuszczu. Olej rafinowany, tj. po dezodoryzacji, jest stosowany do wytwarzania szorteningów, margaryn oraz majonezów. Jest on głównym składnikiem *vanaspati* (produkt powstały w wyniku uwodornienia, który wyglądem przypomina masło) wytwarzanego w Indiach, używanego jako substytut *ghee* (masło klarowane wytwarzane z mleka bawolic) [Dean i in. 2011].

Charakterystyczną cechą orzechów arachidowych jest najwyższa, spośród wszystkich orzechów, zawartość białka, kształtująca się na poziomie 28,5%. Zawartość węglowodanów i błonnika kształtuje się odpowiednio na poziomie 16,13% oraz 8,5%. Zawartość tłuszczu wynosi średnio 49,24%, z czego 85,63% stanowią kwasy tłuszczowe nienasycone, głównie kwas oleinowy C18:1 (38,40%) i kwas linolowy C18:2 (44,60%). Nasyconym kwasem tłuszczowym o najwyższym udziale jest kwas palmitynowy C16:0 (ok. 11%). Niewielki udział kwasu  $\alpha$ -linolenowego C18:3 sprawia, że orzechy arachidowe charakteryzuje niekorzystny stosunek n-6 do n-3 (77:1). Ze względu na wysoką zawartość tłuszczu i węglowodanów, 100 gram orzechów arachidowych dostarcza 567 kcal [Kondratowicz-Pietruszka 2010; Ciemniwska-Żytkiewicz i in. 2014].

Olej z orzechów arachidowych w postaci tłoczony na zimno ma barwę żółtą, jest przejrzysty, o intensywnym orzechowym smaku i zapachu [Rutkowska 2007].

**Orzech makadamia** pozyskiwany jest z drzewa makadamia (*Macadamia*) należącego do rodziny srebrnikowatych (*Proteaceae*), uprawianego w Australii, Afryce Południowej, Ameryce Środkowej oraz na Hawajach. Owoce drzewa makadamia stanowią okrągłe pestkowce. Orzechy bardzo ciężko się rozłupuje, dlatego na rynku w większości wypadków można kupić już gotowe do spożycia, bez skorupki. W 2009 r. światowa produkcja orzechów makadamia wyniosła 26 000 ton, a największymi producentami były Australia (10 500 ton), Republika Południowej Afryki (5600 ton) i Stany Zjednoczone (Hawaje) z produkcją wynoszącą 3750 ton. Są to najdroższe orzechy spotykane w handlu [Kazimierczak 2008; FAOSTAT 2013b].

Orzechy makadamia charakteryzują się zawartością białka na poziomie 7,91 g/100 g, błonnika 8,6 g/100 g, a węglowodanów 13,82 g/100 g. Charakterystyczną cechą tych orzechów jest duża, wynosząca 70%, zawartość tłuszczu, w skład którego wchodzi głównie jednonienasycone kwasy tłuszczowe, stanowiące 82,6% wszystkich kwasów tłuszczowych. Głównym kwasem tłuszczowym jest kwas oleinowy, którego udział wynosi 57,1%. Innymi kwasami należącymi do tej grupy są kwas palmitooleinowy (C16:1) i ikozenowy (C20:1). Orzechy makadamia charakteryzuje natomiast niska zawartość wielonienasyconych kwasów

tłuszczowych, nie przekraczająca 3-4% [Dubois i in. 2007, Li i Hu 2011, Biernat i in. 2014, Ciemniowska-Żytkiewicz i in. 2014]. Olej z orzechów makadamii charakteryzuje się wyrazistym smakiem i aromatem orzechowym. Ze względu na wysoką temperaturę dymienia, wynoszącą 198°C, może być stosowany do smażenia i gotowania, nie tracąc przy tym charakterystycznego aromatu i smaku. Ma on również szerokie zastosowanie w kosmetyce [Kondratowicz-Pietruszka 2010].

**Migdałowiec pospolity** zwany również migdałowcem zwyczajnym (*Prunus amygdalus* L.) jest gatunkiem rośliny wieloletniej z rodziny różowatych (*Rosaceae* Juss.). Owocem migdałowca jest podłużny, spłaszczony pestkowiec zwany potocznie migdałem. Do celów spożywczych wykorzystywane są słodkie odmiany (*var. sativa*), zaś nasiona odmian gorzkich (*var. amara*) nie powinny być spożywane ze względu na zawartość amigdaliny, która w przewodzie pokarmowym ulega hydrolizie m.in. do cyjanowodoru. Może to wywołać uczucie dyskomfortu, stan zatrucia, a nawet śmierć. Światowa produkcja migdałów wynosi 1,94 mln ton, a największymi producentami są Stany Zjednoczone z roczną produkcją wynoszącą 720 tys. ton, Hiszpania (215,1 tys. ton), Australia (142,6 tys. ton), Iran (100,1 tys. ton) oraz Maroko (99,1 tys. ton) [Dzwolak 2008; Kaczmarczuk 2013]. W skład migdałów wchodzi 49,42% tłuszczu, 21,67% węglowodanów, 21,22% białka oraz 12,2% błonnika, którego zawartość jest najwyższa wśród orzechów. Ich wartość kaloryczna kształtuje się na poziomie 581 kcal/100 g. W składzie kwasów tłuszczowych dominują jednonienasycone kwasy tłuszczowe, których udział kształtuje się na poziomie 66,6% w odniesieniu do kwasów tłuszczowych ogółem. Migdały charakteryzują się wysoką zawartością kwasu oleinowego, wynoszącą 60,93%, drugim kwasem jednonienasyconym jest kwas palmitooleinowy. Głównym nienasyconym kwasem tłuszczowym jest kwas linolowy (ok. 22%), z kolei zawartość kwasu  $\alpha$ -linolenowego wynosi ok. 0,2% [Brufau i in. 2006; Ciemniowska i Krygier 2012; Gallier i in. 2012; Ciemniowska-Żytkiewicz i in. 2014].

**Pistacja właściwa** (*Pistacia vera* L.) jest rodzajem rośliny z rodziny nanerczowatych (*Anacardiaceae*). Owocem pistacji jest owalny, czerwonawy i mięsisty pestkowiec, nazywany orzeszkiem pistacjowym lub potocznie pistacją. Roczna światowa produkcja pistacji wynosi 1 mln ton, a największymi producentami są Iran z produkcją na poziomie 472,1 tys. ton, Stany Zjednoczone (231 tys. ton), Turcja (150 tys. ton) oraz Chiny (74 tys. ton) [Kazimierczak 2008; FAOSTAT 2013b]. Orzeszki pistacjowe są produktem wysokoenergetycznym, zawierają 557 kcal/100 g, a zawartość tłuszczu ogółem wynosi średnio 45,39%. W składzie tłuszczu pistacji przeważają jednonienasycone kwasy tłuszczowe. Stanowią one 56,48% sumy wszystkich kwasów tłuszczowych, a dominującym kwasem jest

kwasy oleinowy, którego udział kształtuje się na poziomie 51,79%. Zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny omega-6 i omega-3 wynosi odpowiednio 30,27% i zaledwie 0,44%, co sprawia, że pistacje charakteryzuje niekorzystny stosunek między kwasem linolowym i  $\alpha$ -linolenowym (ok. 69:1). Pistacja zawiera również węglowodany na poziomie 27,51%, 20,27% białka oraz 10,3% błonnika [Brufau 2006; Biernat i in. 2014; Ciemniowska-Żytkiewicz i in. 2014].

**Orzesznica brazylijska** zwana również orzesznicą wyniosłą lub bertolecją (*Bertholletia excelsa*) jest gatunkiem drzewa z rodziny czasznowatych (*Lecythidaceae*). Dojrzałe owoce, powszechnie znane jako orzech brazylijski, są okryte brązową, zdrewniałą, grubą i twardą skorupą. We wnętrzu skorupy znajduje się torebka nasienna, zawierająca kilkanaście trójkanciastych nasion okrytych brązową łupinką. Światowe zbiory tego orzecha kształtują się na poziomie 106 205 ton, a ich znacząca część pochodzi z dziko rosnących drzew. Największymi producentami są Boliwia z produkcją wynoszącą 45 tys. ton, Brazylia (43,5 tys. ton) oraz Wybrzeże Kości Słoniowej (16,5 tys. ton) [Yang 2009; FAOSTAT 2013a]. Orzechy brazylijskie charakteryzują się 66% zawartością tłuszczu i kalorycznością wynoszącą 565 kcal/100 g. Udział kwasów tłuszczowych nasyconych stanowi 24,4%, jednonienasyconych 33,72%, a polienowych 41,76% wszystkich kwasów tłuszczowych. Dominującym kwasem tłuszczowym jest kwas linolowy C 18:2 (ok. 43%). Ze względu na śladową zawartość kwasu  $\alpha$ -linolenowego orzechy brazylijskie charakteryzuje jednak niekorzystny stosunek n-6 do n-3. Charakterystyczną cechą orzechów brazylijskich jest wysoka zawartość selenu, która wynosi 36,1  $\mu\text{g/g}$  [Brufau i in. 2006; Yang 2009; Biernat i in. 2014].

**Orzesznik jadalny** znany również pod nazwą orzesznik pekanowy lub orzesznik owocowy (*Carya illinoensis*), zwany także pekanem, jest gatunkiem drzewa należącego do rodziny orzechowatych (*Juglandaceae*). Owocem orzesznika jadalnego jest niby pestkowiec (owoc rzekomy), w którym zewnętrzna, mięsista owocnia okrywa owoc właściwy, którym jest orzech. Światowa produkcja tego orzecha w 2013 roku wyniosła 81 062 ton [Kazimierczak 2008; International Nut & Dried Fruit 2013]. Pekan jest blisko spokrewniony z orzechem włoskim, jego jądro jest podobnie uformowane, lecz ciemniejsze i cieńsze. Ma on również bardziej słodki smak. Łupiny odmian uprawnych są bardzo miękkie, można je rozgnieść palcami [Kazimierczak 2008]. Orzechy pekan należą do produktów wysokoenergetycznych, 100 gram tych orzechów dostarcza bowiem 691 kcal. Zawartość tłuszczu mieści się w przedziale od 60% do 75% i zależy od odmiany, lokalizacji, roku i okresu zbiorów, a także ekspozycji na słońce. Dominującą grupą kwasów tłuszczowych jest

grupa kwasów jednonienasyconych (ok. 57%), następnie kwasy tłuszczowe polienowe (ok. 30%) oraz nasycone (ok. 8%). Wśród kwasów tłuszczowych największym udziałem charakteryzuje się kwas linolowy (średnio 50,31%) i kwas oleinowy (średnio 40,63%). Ze względu na niską zawartość kwasu  $\alpha$ -linolenowego (ok. 0,65%) orzechy pekan charakteryzuje niekorzystny stosunek n-6 do n-3 (76:1) [Brufau 2006; Oro i in. 2006; Gardea i Martínez-Téllez 2011].

**Nanercz zachodni** (*Anacardium occidentale* L.), zwany też nerkowcem zachodnim, orzechem nanerczowym albo orzechem cashew jest gatunkiem drzewa z rodziny nanerczowatych (*Anacardiaceae*). Owoc nerkowca składa się z tzw. jabłka nanerczowego, które jest zgrubiałą częścią łodygi, oraz owocu właściwego, którym jest pestkowiec zawierający jedno nasiono, nazywane orzechem nanerczowym lub nerkowcem. W 2012 roku światowe zbiory tego orzecha kształtowały się na poziomie 4 mln ton, a największymi jego producentami są: Wietnam z roczną produkcją wynoszącą 1,2 mln ton, Nigeria (836,5 tys. ton), Indie (680 tys. ton), Wybrzeże Kości Słoniowej (450 tys. ton) oraz Benin z produkcją wynoszącą 170 tys. ton [Kazimierzczak 2008; FAOSTAT 2013b]. W swoim składzie orzechy nerkowca zawierają 24,5% białka, 23% węglowodanów oraz 46,64% tłuszczu, a 100 gram tych orzechów dostarcza 553 kcal. W skład kwasów tłuszczowych wchodzi głównie jednonienasycone kwasy tłuszczowe, które stanowią 60,03% sumy wszystkich kwasów tłuszczowych, natomiast udział kwasów nasyconych oraz wielonienasyconych kształtuje się na podobnym poziomie i wynosi odpowiednio 19,79% i 19,26%. Głównym nienasyconym kwasem tłuszczowym jest kwas linolowy (ok. 20,08%), zaś kwas  $\alpha$ -linolenowy stanowi zaledwie 0,23%, w związku z czym orzechy nerkowca charakteryzuje niekorzystny stosunek n-6 do n-3 [Brufau i in. 2006; Muniz i in. 2013; Biernat i in. 2014].

### **Skład chemiczny orzechów i olejów**

Orzechy są jednym z najbogatszych źródeł tłuszczu spośród naturalnych surowców roślinnych. Skład kwasów tłuszczowych orzechów jest korzystny dla zdrowia ze względu na niską zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) mieszczącą się w przedziale 6-26%. Pozostałą część kwasów tłuszczowych stanowią kwasy mono- (MUFA) i polienowe (PUFA). Najpowszechniej występującymi rodzajami kwasów nasyconych są kwas palmitynowy (C16:0) i stearynowy (C18:0), a orzechy brazylijskie charakteryzują się najwyższą ich zawartością (tabela 1). We wszystkich orzechach przeważającym kwasem jednonienasyconym jest kwas oleinowy, którego najwięcej zawierają orzechy laskowe i makadamia. Wśród kwasów polienowych najpowszechniej występują w orzechach kwas linolowy (C18:2) oraz kwas  $\alpha$ -linolenowy (C18:3) [Ciemniewska-Żytkiewicz i in. 2014].

**Tabela 2.** Skład oraz udział [% m/m] poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w badanych olejach*Composition and content [% m/m] of each group of fatty acids in tested oils*

Udział KT [% m/m]	Rodzaj oleju								
	arachidowy	z orzechów brazylijskich	z orzechów laskowych	Z orzechów makadamia	migdałowy	z orzechów nerkowca	pekanowy	pistacjowy	z orzechów włoskich
C 14:0	0,03	0,06	nb	0,95	0,06	0,07	nw	0,09	0,13
C 16:0	11,08	13,50	5,26	8,37	6,58	9,93	4,28	7,42	6,70
C 16:1	0,15	0,33	0,20	17,28	0,63	0,36	0,09	0,70	0,23
C 18:0	2,66	11,77	2,47	3,17	1,29	8,70	1,80	0,86	2,27
C 18:1	38,41	29,09	81,38	65,15	69,24	57,24	40,63	58,19	21,00
C 18:2	44,60	42,80	10,29	2,31	21,52	20,08	50,31	30,27	57,46
C 18:3	0,58	0,20	0,13	0,06	0,16	0,23	0,65	0,44	11,58
C 20:0	1,57	0,54	0,13	2,28	0,16	0,97	śl	0,59	0,08
C 20:1	Nw	0,21	0,14	nw	Nw	0,25	1,21	0,60	nw
C 22:0	0,10	0,12	0,04	0,20	0,05	0,39	0,16	0,34	0,07
Σ SFA	15,44	25,99	7,90	14,97	8,14	20,06	6,24	9,30	9,25
Σ MUFA	38,56	29,63	81,72	82,43	69,87	57,85	41,93	59,49	21,23
Σ PUFA	45,18	43,00	10,42	2,37	21,68	20,31	50,96	30,71	69,04
n-6/n-3	77:1	214:1	79:1	39:1	134:1	87:1	76:1	69:1	4:1

nw – nie wykryto, nb – nie badano, śl – śladowe ilości

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Li i Hu (2011), Biernat i in. (2014), Ciemniewska-Żytkiewicz i in. (2014).

Orzechy są dobrym źródłem białka, którego zawartość wynosi od 7,9% (makadamia) do 25,8% (arachidowy). Charakteryzują się one niskim stosunkiem lizyny do argininy, który jest odwrotnie proporcjonalny do ryzyka rozwoju miażdżycy i hipercholesterolemii. Orzechami o najniższym stosunku tych aminokwasów są orzechy makadamia (0,13), laskowe (0,19) oraz włoskie (0,20), zaś najwyższym – pistacje (0,57) oraz orzechy nerkowca (0,44) [Brufau i in. 2006; Ciemniowska-Żytkiewicz i in. 2014].

Orzechy dostarczają wielu składników mineralnych, a 100 g niektórych z nich może pokryć w całości zalecane dzienne zapotrzebowanie na niektóre pierwiastki. Przykładem mogą być nerkowce pokrywające dzienne zapotrzebowanie na żelazo, czy też orzechy brazylijskie będące najlepszym źródłem magnezu (376 mg/100 g) oraz fosforu (725 mg/100 g). Należy jednak brać pod uwagę to, że przyswajalność fosforu z połączeń fitynianowych w układzie pokarmowym jest ograniczona. Poziom sodu w nieprzetworzonych orzechach jest bardzo niski, od niewykrywalnej ilości dla orzechów pekan i laskowych do 18 mg/100 g dla orzechów arachidowych. Jest to istotne dla osób stosujących dietę niskosodową, np. chorujących na nadciśnienie [Malinowska i Szefer 2007].

Orzechy są bogatym źródłem tiaminy (witaminy B<sub>1</sub>) oraz witaminy B<sub>6</sub>. 100 g orzechów makadamia pokrywa zalecane dzienne spożycie witaminy B<sub>1</sub> (1,2 mg), zaś ta sama ilość pistacji pokrywa zalecane dzienne zapotrzebowanie na witaminę B<sub>6</sub> (1,7 mg). Orzechy laskowe i migdały są doskonałym źródłem witaminy E ( $\alpha$ -tokoferolu), a ich zalecana porcja (42 g) pokrywa ponad 100% zalecanego dziennego spożycia (8-10 mg) tej witaminy przez osoby dorosłe. Zawierają one odpowiednio 33,1 mg i 25 mg witaminy E/100 g i dzięki tak wysokiej zawartości chronią organizm przed działaniem wolnych rodników, przeciwdziałając w ten sposób m.in. procesom starzenia się [Ciemniowska-Żytkiewicz i in. 2014].

Zawartość węglowodanów w orzechach wynosi od 12,3 g/100 g dla orzechów brazylijskich do 30,2 g/100 g dla orzechów nanerczowych. Wskazuje to na to, że orzechy nie są dobrym źródłem energii pochodzącej z węglowodanów, bowiem zalecane 42 g orzechów dziennie stanowi jedynie 1-2% energii w diecie 2000 kcal. Wystarczające spożycie (*adequate intake*, AI,) błonnika dla osoby dorosłej wynosi 25 g/dobę, dlatego też zalecana dobową porcja orzechów może pokryć nawet 1/5 zapotrzebowania na ten składnik [Ciemniowska-Żytkiewicz i in. 2014].

Związki fenolowe należą do grupy przeciwutleniaczy właściwych, poprawiają one stabilność olejów z orzechów, a także wpływają na ich charakterystykę sensoryczną i żywieniową. Właściwości antyoksydacyjne tych związków polegają na eliminowaniu reaktywnych form tlenu, inhibicji enzymów z grupy oksydaz, blokowaniu wolnych rodników,

a także wspomaganie enzymów wykazujących właściwości przeciwutleniające oraz chelatowaniu jonów metali (żelaza, miedzi). W ten sposób chronią one organizm człowieka przed stresem oksydacyjnym, a co za tym idzie, przed rozwojem chorób takich jak: miażdżycy czy choroby nowotworowe [Parus 2013; Korczak i Nogala-Kałucka 2014]. Wśród orzechów najwyższą zawartością związków fenolowych ogółem charakteryzują się orzechy pekan (1650 mg GAE/100 g świeżej masy) oraz włoskie (1625 mg GAE/100 g świeżej masy), najniższą zaś orzechy makadamia (46 mg GAE/100 g świeżej masy). W przypadku migdałów duża ilość związków fenolowych zlokalizowana jest w skórce, o czym świadczy różnica pomiędzy zawartością tych związków w przypadku migdałów ze skórką a tymi bez skórki, odpowiednio 239 mg i 49 mg GAE/100 g świeżej masy [Ciemniewska-Żytkiewicz i in. 2014].

Tokoferole uważane są za jedne z najważniejszych naturalnych antyoksydantów zawartych w olejach z orzechów. Należą one do grupy przeciwutleniaczy właściwych, czyli związków mających zdolność hamowania reakcji autooksydacji poprzez reagowanie z wolnymi rodnikami. Wśród nich najcenniejszym pod względem żywieniowym jest  $\alpha$ -tokoferol, ponieważ wykazuje on najwyższą aktywność jako witamina E w organizmie człowieka. Orzechami, które zawierają go najwięcej, są orzechy laskowe (31,4 mg/100 g oleju) oraz migdały (24,2 mg/100 g oleju). W przypadku  $\beta$ - i  $\gamma$ -tokoferolu najwyższa ich zawartość jest w pistacjach (29,3 mg/100 g oleju), najniższa zaś w migdałach (3,1 mg/100 g oleju). Orzechy włoskie charakteryzują się najwyższą wśród orzechów zawartością  $\delta$ -tokoferolu (3,8 mg/100g oleju), a orzechy makadamia są jedynymi orzechami, w których nie wykryto obecności tokoferoli [Kornsteiner i in. 2006; Ciemniewska-Żytkiewicz i in. 2014; Korczak i Nogala-Kałucka 2014].

Sterole roślinne (fitosterole) są 28- lub 29-węglowymi wielopierścieniowymi alkoholami syntetyzowanymi przez rośliny, stanowiącymi strukturalne i funkcjonalne analogi cholesterolu. Naturalnie występują one w postaci wolnej oraz jako stanolowe lub sterolowe estry kwasów tłuszczowych, kwasu hydroksycynamonowego, glikolipidów oraz glukozy. Najczęściej występującymi formami steroli roślinnych są:  $\beta$ -sitosterol, kampesterol oraz stigmasterol. Wykazują one działanie obniżające poziom cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL w krwi człowieka, a także mają działanie antyoksydacyjne [Kopeć i in. 2011; Rudzińska 2014]. Całkowita zawartość, jak i skład steroli, jest różny w poszczególnych orzechach, jednak we wszystkich dominuje  $\beta$ -sitosterol. Wysoką zawartością steroli charakteryzują się orzechy pekan (120 mg/100 g oleju) oraz makadamia (128 mg/100 g oleju). Orzechy pekan charakteryzują się ponadto najwyższą pojemnością przeciwutleniającą (*oxygen radical absorbance capacity*, ORAC) [Kopeć i in. 2011].

Skwalen jest to trójterpenowy węglowodór o właściwościach antyoksydacyjnych. Jego znaczenie fizjologiczne w organizmie polega na wspomaganiu transportu tlenu do komórek, usuwaniu ksenobiotyków, a także udziale w metabolizmie steroli. Bierze on udział w syntezie kwasów żółciowych, hormonów płciowych i prowitaminy D [Januszewska-Józwiak, Synowiecki 2008]. Wśród orzechów najwyższą zawartością skwalenu charakteryzuje się orzech brazylijski (1377,8 mg/g oleju), najmniejszą zaś orzech włoski, w którym wynosi ona 9,4 µg/g oleju [Maguire i in. 2004; Ryan i in. 2006].

Orzechy są jedną z ośmiu grup produktów stanowiących główne źródło antygenów wywołujących alergię pokarmową, potwierdzonych przez Codex Alimentarius Commission, nazwanych „wielką ósemką”. Grupa alergenów z orzechów obejmuje orzechy rosnące na drzewach w różnych strefach klimatycznych, m.in. orzechy brazylijskie, pistacje, migdały czy orzechy włoskie, natomiast orzechy arachidowe stanowią oddzielną grupę [Wróblewska 2012]. Białka o charakterze alergennym mogą przedostawać się do oleju i wywoływać objawy alergii pokarmowej u osób szczególnie wrażliwych. Ich ilość w oleju jest zależna od procesów, jakim został poddany olej. Orzechy arachidowe poddane prażeniu są bardziej alergenne w stosunku do orzechów surowych, a w przypadku olejów rafinowanych ilość obecnych białek jest mniejsza niż w przypadku olejów niepoddanych rafinacji. Przykładem może być olej z orzechów arachidowych, gdzie w surowym oleju zawartość białka wynosiła 3,7 mg/kg, natomiast w oleju rafinowanym mieściła się w przedziale 0,11-0,63 mg/kg [Wróblewska 2002; Hidalgo i Zamora 2006].

Najczęstszymi i zarazem najbardziej problematycznymi zanieczyszczeniami mikrobiologicznymi występującymi w orzechach są zanieczyszczenia patogennymi bakteriami *Salmonella* (zwłaszcza serotypy *Typhimurium* i *Entertidis*) oraz *Escherichia coli*. Najczęściej zanieczyszczone są orzechy arachidowe i ich produkty (zwłaszcza masło orzechowe), surowe migdały, orzechy laskowe (zanieczyszczenie *E. coli*), a także pistacje zarówno w postaci surowej, jak i prażonej. Wśród orzechów występują także zanieczyszczenia takimi mikroorganizmami jak *Pseudomonas*, *Xantomonas*, *Clostridium*, *Penicillium*, *Fusarium*, a także *Eurotium ssp*, jednak częstotliwość ich występowania jest znacznie mniejsza [Atungulu i Pan 2012].

Orzechy podatne są na zanieczyszczenie aflatoksynami, a wśród nich w największym stopniu zagrożone są orzechy arachidowe, brazylijskie oraz pistacje. Są one wytwarzane przez niektóre szczepy *Aspergillus flavus*, a także większość szczepów *A. parasiticus* oraz gatunki spokrewnione *A. nomius*. Najwyższe stężenia tych toksyn są związane ze wzrostem *Aspergillus*, czyli pleśnieniem orzechów, już po zbiorze, podczas przechowywania

w nieodpowiednich warunkach. Zjawisko to często występuje w krajach ciepłego, subtropikalnego lub tropikalnego klimatu, przede wszystkim w Afryce, a także w Brazylii, Indiach, Chinach oraz niektórych stanach USA [Miśniakiewicz 2008]. Drugim rodzajem toksyn, jakie mogą występować w orzechach, są ochratoksyny, a przede wszystkim ochratoksyna A. Związane jest to z obecnością w klimacie gorącym pleśni *Aspergillus alutaceus*, a *Penicillium verrucosum* w klimacie chłodnym i umiarkowanym. Przyczyną występowania ochratoksyny A w produktach jest ich złe wysuszenie oraz składowanie w nieodpowiedniej temperaturze i wilgotności. Ochratoksyna A została zaklasyfikowana przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IARC) jako związek prawdopodobnie kancerogeny dla człowieka (grupa 2B) [Miśniakiewicz 2008].

### PODSUMOWANIE

Z punktu widzenia wartości żywieniowej orzechy są niezwykle cenną grupą żywności. Charakteryzują się one wysokim udziałem nienasyconych kwasów tłuszczowych (szczególnie orzechy włoskie), zawierają w swoim składzie witaminy, m.in. E oraz z grupy B, błonnik (zwłaszcza migdały) oraz pierwiastki mineralne, takie jak: potas, żelazo czy magnez. Oleje otrzymane z orzechów oprócz cennych kwasów tłuszczowych jedno- i wielonienasyconych dostarczają wiele składników bioaktywnych, takich jak: tokoferole, sterole i związki fenolowe. Najwyższą wartość żywieniową ma olej z orzechów włoskich ze względu na wysoką zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (> 80% PUFA), a także korzystny stosunek kwasów n-6 do n-3 (4:1).

### PIŚMIENNICTWO

1. Atungulu G. G., Pan Z. (2012). Microbial decontamination of nuts and spices. W: Microbial decontamination in the food industry. Novel methods and applications (pod red. A. Demirci, M. O. Ngadi). Cambridge: Woodhead Publishing Limited
2. Biernat J., Drzewicka M., Łoźna K, Hyla J., Bronkowska M., Grajeta H. (2014). Skład kwasów tłuszczowych orzechów i nasion dostępnych aktualnie w handlu w kontekście prozdrowotnych zaleceń żywieniowych. Bromat. Chem. Toksykol., 477, 121-129
3. Brufau G., Boatella J., Rafecas M. (2006). Nuts: source of energy and macronutrients. British Journal of Nutrition, 96, Suppl 2., 24-28
4. Ciemniwska H., Krygier K. (2012). Orzechy charakterystyka technologiczna. Przem. Spoż., 66 (12), 26-29
5. Ciemniwska-Żytkiewicz H., Krygier K., Bryś J. (2014). Wartość odżywcza orzechów oraz ich znaczenie w diecie. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 24, 90-96

6. Dean L. L., Davis J. P., Sanders T. H. (2011). Groundnut (Peanut) Oil. W: *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses* (red. F. D. Gunstone). Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
7. Dubois V., Brenton S., Linder M., Fanni J., Parmentier M. (2007). Fatty acids profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 109, 710-732
8. Dzwolak W. (2008). Natura nie zawsze zdrowa. Toksyny naturalne w żywności. *Bezp. Hig. Żyw.*, 3, 32-33
9. Gallier S., Gordon K. C., Singh H. (2012). Chemical and structural characterisation of almond oil bodies and bovine milk fat globules. *Food Chem.*, 132, 1996-2006
10. Gardea A. A., Martínez-Téllez M. A. (2011). Pecan (*Caryaillinoiensis* (Wangenh.) K. Koch.). W: *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume 4: Mangoosten to white sapote* (red. E. M. Yahia). Cambridge: Woodhead Publishing Limited
11. Hidalgo F. J., Zamora R. (2006). Peptides and proteins in edible oils: Stability, allergenicity and new processing trends. *Trends Food Sci. Tech.*, 17, 56-63
12. International Nut & Dried Fruit (INC) (2014). *Global Statistical Review 2008-2013*
13. FAOSTAT 2013a <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, dostęp w dniu 24.10.2014
14. FAOSTAT 2013b <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>, dostęp w dniu 07.12.2014
15. Januszewska-Józwiak K., Synowiecki J. (2008). Charakterystyka i przydatność składników szarłatu w biotechnologii żywności. *Biotechnologia* 3, 89-102
16. Jarosz M., Charzewska J. (2012). Białka. W: *Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja* (red. M. Jarosz). Warszawa: Instytut Żywności i Żywienia
17. Kaczmarczuk R. (2013). Migdałowiec zwyczajny oraz trójklapowy. *Wszechświat*, 114, 4-6, 97-101
18. Kashaninejad M. (2011). Pistachio (*Pistaciavera* L.). W: *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume 4: Mangoosten to white sapote* (red. E. M. Yahia). Cambridge: Woodhead Publishing Limited
19. Kazimierczak R., Świetlikowska K., Wasiak-Zys G. (2008). Owoce krajowe. W: *Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego* (red. K. Świetlikowska). Warszawa: Wydawnictwo SGGW
20. Kazimierczak R. (2008). Owoce egzotyczne. W: *Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego* (red. K. Świetlikowska). Warszawa: Wydawnictwo SGGW
21. Kolanowski W. (2007). Święta z bakaliarni. *Prz. Gastr.*, 61, 12-13

22. Kondratowicz-Pietruszka E. (2010). Charakterystyka profilu kwasów tłuszczowych wybranych olejów roślinnych. Zesz. Nauk. U E w Krakowie, 841, 49-63
23. Kopeć A., Nowacka E., Piątkowska E., Leszczyńska T. (2011). Charakterystyka i prozdrowotne właściwości steroli roślinnych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3 (76), 5-14
24. Korczak J., Nogala-Kałużka M. (2014). Przeciwutleniacze w żywności. W: Żywność prozdrowotna. Składniki i technologia (red. J. Czapski, D. Górecka). Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań
25. Korsteiner M., Wagner K-H., Elmadfa I. (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. Food Chem., 98, 381-387
26. Li D., Hu X. (2011). Fatty Acid Content of Commonly Available Nuts and Seeds. W: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention (red. V. R. Preedy, R. R. Watson, V. B. Patel). Burlington: Elsevier Science
27. Łoźna K., Kita A., Styczyńska A., Biernat J. (2012). Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Probl. Hig. Epidemiol., 93 (4), 871-875
28. Maguire L. S., O'Sullivan S. M., Galvin K., O'Connor T. P., O'Biren N. M. (2004). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, hazelnuts and the macadamia nut. Int. J. Food Sci. Nutr., 55, 171-178
29. Majewska K., Kopytowska J., Łojko R., Zadernowski R. (2003). Wybrane cechy fizyczne dojrzałych owoców orzecha włoskiego. Acta Agro., 2 (3), 597-609
30. Malinowska E., Szefer P. (2007). Badanie zawartości niezbędnych składników mineralnych w orzechach, migdałach i suszonych owocach. Roczn. PZH, 58, 339-343
31. Marciniak-Łukasiak M. (2011). Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 6 (79), 24-35
32. Miśniakiewicz M. Biologiczne zanieczyszczenia żywności. Mikotoksyny. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, 781, 113-129
33. Muniz C. R., Freire F. C. O., Soares A. A., Cooke P. H., Guedes M. I. F. (2013). The ultrastructure of shelled and unshelled cashew nuts. Micron, 54-55, 52-56
34. Oro T., Bolini H. M. A., Arellano D. B., Block J. M. (2009). Physicochemical and sensory quality of crude Brazilian pecan nut during storage. J. Am. Oil Chem. Soc., 86, 971-976
35. Parus A. (2013). Przeciwutleniające i farmakologiczne właściwości kwasów fenolowych. Postępy fizjoterapii, 1, 48-53

36. Pokrzywa P., Cieślik E., Topolska K. (2007). Ocena zawartości mikotoksyn w wybranych produktach spożywczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (52), 139-146
37. Rudzińska M., Wąsowicz E. (2014). Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe. W: *Żywność prozdrowotna. Składniki i technologia* (red. J. Czapski, D. Górecka). Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego
38. Rudzińska M. (2014). Sterole roślinne. W: *Żywność prozdrowotna. Składniki i technologia* (red. J. Czapski, D. Górecka). Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego
39. Rutkowska J. (2007). Oleje niepospolite. *Prz. Piekar. Cukier.*, 55/01, 10-13
40. Ryan E., Galvin K., O'Connor T. P., Maguire A. R., O'Brien N. M. (2006). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nut. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 57, 219-228
41. Wróblewska B. (2002). Wielka ósemka alergenów pokarmowych. *Alergia*, 4/15
42. Yang J. (2009). Brazil nuts and associated health benefits: A review. *LWT - Food. Sci. Technol.*, 42, 1573-1580
43. Zdyb H. (2009). *Orzech włoski*. Warszawa: Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne