

Olej z nasion dyni jako źródło cennych składników w diecie człowieka

Pumpkin seed oil as a source of valuable components in human diet

AGATA ANTONIEWSKA, AGATA ADAMSKA, JAROSŁAWA RUTKOWSKA, MONIKA ZIELIŃSKA

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Olej z nasion dyni pozyskiwany jest najczęściej metodą tłoczenia na zimno, natomiast innowacyjną techniką jest ekstrakcja tego produktu w stanie nadkrytycznym z wykorzystaniem ditlenku węgla. Obydwie metody zapewniają pozyskanie i zachowanie składników naturalnie występujących w pestkach dyni. Olej z nasion dyni wyróżniają specyficzne walory sensoryczne: barwa od jasnozielonej z domieszką pomarańczowej do ciemnozielonej z intensywnym czerwonym zabarwieniem oraz łagodny, owocowy, a czasami orzechowy smak i aromat. W składzie oleju z nasion dyni na uwagę zasługuje różnorodność występujących składników, m.in.: nienasyconych kwasów tłuszczowych (kwas linolowy C18:2 9c 12c stanowi średnio 46% zawartości), fitosteroli (sitosterolu), skwalenu, kwasów fenolowych (w największych ilościach występują kwasy: syringowy, ferulowy, kawowy), tokoferoli oraz barwników roślinnych. Związki te wykazują szereg korzystnych efektów dla zdrowia człowieka. Nienasycone kwasy tłuszczowe przyczyniają się do zapewnienia właściwego profilu lipidowego w organizmie człowieka, wpływają na obniżenie ciśnienia krwi. Fitosterole stanowią czynnik przeciwdziałający hipercholesterolemii, wykazują również działanie przeciwnowotworowe i antyoksydacyjne. Cennym prozdrowotnym składnikiem oleju z nasion dyni są także kwasy fenolowe, uczestniczące m.in. w neutralizacji wolnych rodników oraz zapobiegające fotooksydatywnym uszkodzeniom skóry. Ponadto, zarówno tokochromanole, skwalen, jak i barwniki roślinne występujące w oleju z nasion dyni wykazują działanie antyoksydacyjne. Podsumowując olej z nasion dyni w swoim składzie zawiera liczne substancje bioaktywne wykazujące potencjalne zastosowanie w profilaktyce chorób cywilizacyjnych.

Słowa kluczowe: olej z nasion dyni, właściwości prozdrowotne, kwasy tłuszczowe, związki antyoksydacyjne

Pumpkin seed oil is generally produced by cold-pressing, whereas supercritical fluid extraction using carbon dioxide is an innovative technology. Both methods provide extraction and preservation of ingredients naturally found in pumpkin seeds. Pumpkin seed oil is distinguished by specific sensory properties: color from light green with orange fluorescence to dark green with red fluorescence and mild, fruity and sometimes nutty taste and aroma. In the composition of pumpkin seed oil worth noting is the variety of components, such as: unsaturated fatty acids (average content of linoleic acid c-9 c-12 C18:2 is 46%), phytosterols (sitosterol), squalene, phenolic acids (with the highest content of syringic, ferulic and caffeic acids), tocopherols and plant pigments. These compounds have a number of beneficial effects on human health. Unsaturated fatty acids contribute to a proper lipid profile in human body and decrease blood pressure. Phytosterols are factors in antihypercholesterolemia, also exhibit antitumor and antioxidant effect. Phenolic acids are also valuable health-promoting ingredients of pumpkin oil, involved in neutralization of free radicals and prevention of photo-oxidative skin damage. Furthermore, both tocopherols, squalene and plant pigments present in pumpkin seed oil exhibit antioxidant activity. In summary, pumpkin seed oil contains a plurality of bioactive substances which can be used in prevention of civilization diseases.

Key words: pumpkin seed oil, health benefits, fatty acids, antioxidant compounds

© Probl Hig Epidemiol 2017, 98(1): 17-22

www.phie.pl

Nadesłano: 17.12.2015

Zakwalifikowano do druku: 15.01.2017

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr hab. Jarosława Rutkowska

Zakład Analiz Instrumentalnych

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW

ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

tel. 22 59 37 072, e-mail: jaroslawa_rutkowska@sggw.pl

Wprowadzenie

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie i popyt na żywność naturalną i bezpieczną. Konsumenci olejów roślinnych poszukują produktów wytwarzanych z wyłączeniem procesu ekstrakcji oraz rafinacji. Do tej grupy należą oleje pozyskiwane z wykorzystaniem technologii tłoczenia „na zimno” (uzyskane w wyniku procesów mechanicznych bez zastosowania wysokiej temperatury) [1, 2].

Olej z nasion dyni jest znany i ceniony w krajach południowo-wschodniej Europy, głównie w Austrii, Słowenii, Chorwacji i na Węgrzech [1]. Pozyskiwanie oleju odbywa się bez stosowania rozpuszczalników organicznych. Pierwszy etap obejmuje przygotowanie pulpy z rozdrobnionych suchych (wilgotność 5-7%) nasion dyni, do których dodawana jest woda i chlorek sodu. Następnie pulpa jest ogrzewana w temperaturze 100°C przez ok. 60 minut. Podczas

tego procesu zachodzi koagulacja frakcji białkowej, umożliwiającą łatwiejsze oddzielenie frakcji lipidowej podczas tłoczenia. Etap termiczny jest w dużej mierze odpowiedzialny za powstawanie specyficznego aromatu oleju z nasion dyni. Wyłaczanie oleju odbywa się w prasie hydraulicznej w stałej temperaturze pod ciśnieniem 300-600 barów [3]. Innowacyjną metodą pozyskiwania oleju z nasion dyni jest ekstrakcja z wykorzystaniem ditlenku (dwutlenku) węgla w stanie nadkrytycznym [4].

Wyjściowa jakość oleju uwarunkowana jest jakością użytego do produkcji surowca, jego odmianą i rodzajem oraz warunkami uprawy. Stabilność przechowalnicza olejów tłoczonych na zimno wynosi ok. 6-12 miesięcy i jest ograniczona głównie zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) oraz obecnością antyoksydantów [5]. Trwałość takiego oleju z nasion dyni wynosi 12 miesięcy [1].

Oleje tłoczone na zimno w swoim składzie zawierają liczne substancje bioaktywne wykazujące zastosowanie w profilaktyce chorób cywilizacyjnych, w związku z czym stanowią ważny pod względem żywieniowym komponent diety człowieka [3, 5-9]. Korzystne jest stosowanie oleju z dyni, jako bezpośredniego dodatku do sałatek lub jako komponentu sosów nadającego nie tylko oryginalne walory sensoryczne, ale również prozdrowotne [9, 10]. Wysoka zawartość PUFA i substancji sprzyjających rozkładowi oleju w wysokich temperaturach ogranicza jego wykorzystanie do smażenia [3]. Związki lipidowe (m.in. kwasy fenolowe i skwalen) w nasionach z dyni wykazują potwierdzone naukowo właściwości prozdrowotne oraz wpływają na funkcje fizjologiczne organizmu człowieka [7].

Oprócz korzystnych właściwości żywieniowych i farmakologicznych olej z dyni wyróżniają specyficzne walory sensoryczne, takie jak: barwa, aromat i smak [1]. Świeży olej z nasion dyni tłoczony „na zimno” wykazuje zmienność barwy od jasnozielonej z domieszką czerwonej do ciemnozielonej z intensywnym czerwonym zabarwieniem [1, 3]. Wartości opisujące barwę oleju (z nasion dyni odmiany *Cucurbita maxima*) w systemie L^* , a^* , b^* są następujące: $44,8 \pm 0,32$; $-0,18 \pm 0,13$ i $28,88 \pm 0,21$ [10]. Smak i aromat oleju jest łagodny, owocowy (podobny do surowych „pestek” dyni), ale może być także orzechowy, musi być jednak pozbawiony obcego posmaku. W badaniach Procida i wsp. wykazano, że ten specyficzny aromat tworzy frakcja lotnych komponentów zawierająca ponad 50 związków. W grupie pyrazyn, związków odpowiedzialnych za kształtowanie charakterystycznego aromatu oleju z dyni zidentyfikowano 2-metylopyrazynę, 2,5-dimetylopyrazynę i 2-etylo-5-metylopyrazynę [1, 9, 11, 12]. Analiza frakcji nadpowierzchniowej techniką GC/MS oleju z nasion dyni pochodzącego ze Styrii (kraju związkowego w południowej Austrii)

wykazała, że cechą sensoryczną „tłuszczowy” kształtowały głównie dekadienal i nonadienal – produkty oksydacji PUFA. Natomiast za atrybut „zieloności” (*green*) odpowiadał heksanal, a na wyróżnik „świeżości” wpływały głównie 2-metylopropanal i 3-metylobutanal [3].

W związku z powyższym celem pracy była charakterystyka cennych składników bioaktywnych zawartych w oleju z nasion dyni z uwzględnieniem ich właściwości prozdrowotnych.

Wykorzystanie nasion dyni w diecie człowieka

Nasiona dyni, zwane inaczej pestkami, stanowią cenne źródło składników odżywczych, zawierają: 37,8-45,4% tłuszczu, 25,2-37% białka, 11% węglowodanów, 6% błonnika pokarmowego oraz witaminy (m.in. kwas foliowy, niacyna, A, C i E) i składniki mineralne (sód, potas, wapń, miedź, żelazo, fosfor, magnez, mangan, selen, cynk) [7, 8, 13, 14]. Skład aminokwasowy nasion dyni wyróżnia znaczna zawartość aminokwasów egzogennych. Zawartość poszczególnych aminokwasów w pestkach dyni *Cucurbita pepo* plasuje się na poziomie porównywalnym z wartościami zalecanymi przez FAO/WHO (w przypadku aminokwasów aromatycznych wartości zalecane zostały przekroczone) [14].

Nasiona dyni *Cucurbita* sp. są popularnymi przekąskami w wielu krajach. Spożywane są na surowo lub po procesie prażenia (solone lub niesolone). Wykorzystywane są do gotowania i pieczenia, jako składnik chleba, płatków śniadaniowych oraz ciast [2, 7, 10, 15].

Skład oleju z nasion dyni

W oleju z nasion dyni główną frakcją lipidową stanowią triacyloglicerole (94,5% zawartości), dodatkowo w niewielkich ilościach obecne są monoacyloglicerole, diacyloglicerole oraz wolne kwasy tłuszczowe (KT). Pozostałą część tworzą związki wykazujące szeroki zakres zmienności pod względem ilościowym i jakościowym. W skład frakcji nieglicerolowej wchodzi: wolne i zestryfikowane sterole (1%), fosfolipidy (1%), węglowodory (skwalen), tokochromanole, alkohole triterpenowe oraz związki warunkujące charakterystyczną barwę – chlorofile i karotenoidy [14].

Pula KT oleju z nasion dyni (tab. I) składa się głównie z nienasyconych związków. Kwas linolowy C18:2 9c 12c należący do PUFA stanowi średnio 46%. Natomiast zawartość kwasu oleinowego C18:1 9c należącego do grupy jednonienasyconych KT (MUFA) wynosi średnio 33%. W związku z powyższymi głównymi triacyloglicerolami występującymi w oleju z nasion dyni są związki zawierające kwas linolowy (LLL, OLL, PLL) [16].

Sterole syntetyzowane przez rośliny (fitosterole) należą do analogów strukturalnych i funkcjonalnych

cholesterolu. Posiadają taki sam układ wielopierścieniowy, ale cechują się odmienną budową łańcucha bocznego, co warunkuje ich przynależność do grup: $\Delta 5$ -steroli, $\Delta 7$ steroli, stanoli [18]. Według badań Rezig i wsp. w oleju z pestek dyni głównym fitosterolem jest sitosterol (50,64 mg/100g oleju), $\Delta 5,24$ -stigmastadienol (27,25 mg/100g oleju) oraz $\Delta 7$ -sterole, zwłaszcza $\Delta 7$ -avenasterol (6,30 mg/100g oleju) o cennych właściwościach zdrowotnych oraz w mniejszych zawartościach: cholestanol, 24-metylencholesterol, stigmasterol [10]. W innych badaniach wykazano, że olej pozyskany z nasion styryjskiej dyni zawiera w swoim składzie fitosterole na poziomie 3,5-4 g/kg oleju; są to głównie: a-spinasterol (448 mg/l oleju), $\Delta 7,22,25$ -stigmastatrien-3 β -ol (428 mg/l), $\Delta 7$ -avenasterol (230 mg/l), b-sitosterol (85 mg/l) [12].

Cennym składnikiem frakcji lipidowej oleju z dyni jest również trójterpenowy węglowodór ($C_{30}H_{50}$) – skwalen, zawierający w strukturze cząsteczki 6 wiązań podwójnych [19]. Zawartość skwalenu w nasionach dyni plasuje się na poziomie 89 mg/100 g [7].

Pozyskiwanie oleju metodą tłoczenia zapewnia zachowanie w nim wielu cennych związków, m.in. fenolowych o silnej aktywności antyoksydacyjnej, a zwłaszcza antyrodnikowej [1]. Zidentyfikowano szereg kwasów fenolowych, a największe zawartości

stwierdzono w przypadku kwasów syringowego, ferulowego oraz kawowego (tab. II). Związki te oraz ich pochodne stanowią prekursorzy substancji kształujących aromat i smak, jak również ich naturalną funkcją jest ochrona przeciwutleniająca lipidów występujących w nasionach dyni [5, 20].

Tokoferole, to naturalne przeciwutleniacze należące do związków witaminy E aktywnych. Właściwości antyoksydacyjne wynikają z obecności reaktywnej grupy hydroksylowej w cząsteczce w pozycji 6 w pierścieniu 6-chromanolu, która umożliwia efektywne wygaszanie tlenu singletowego (α -tokoferol). Występują w czterech homologach: α -, β -, γ -, δ -tokoferol, wykazujących różną aktywność antyoksydacyjną. Za wyjątkiem formy α , tokoferole ulegają szybkiemu metabolizmowi w wątrobie, a następnie wydaleniemu z organizmu, w związku z tym ich działanie jest ograniczone [21]. Według Rezig i wsp. [10] w oleju z nasion dyni sumaryczna zawartość poszczególnych homologów tokoferolu wynosi ok. 418 mg/100 g oleju (tab. II). Wyższe zawartości tych związków oznaczono w pracy Neđeral i wsp. [16], średnio na poziomie 695 mg/kg oleju z nasion dyni posiadających łupinę nasienną, natomiast porównywalne w oleju z odmiany dyni o nasionach pozbawionych łupiny nasiennej (426 mg/kg). W powyższym badaniu oprócz α -, β -, γ -

Tabela I. Profil kwasów tłuszczowych oleju z nasion dyni

Table I. Fatty acid profile of pumpkin seed oil

Źródło /Reference	Fruhwith, Hermetter 2007 [3]	Rezig, Chouaibi, Msaada, Hamdi 2012 [10]	Prescha, Grajzer, Dedyk, Grajeta 2014 [17]	Nawirska-Olszańska, Kita, Biesiada, et al. 2013 [15]	
Kraj /Country	Austria /Austria	Tunezja /Tunisia	Polska /Poland	Polska /Poland	
Odmiana dyni /Variety of pumpkin	<i>Cucurbita pepo</i>	<i>Cucurbita maxima</i>	–	<i>Cucurbita maxima</i> <i>Cucurbita pepo</i>	
KT /FA	% wagowy /% of weight				
C14:0	1,10	–	0,2±0,0	–	–
C16:0	12,0	15,97±0,39	12,3±0,9	12,77	12,05
C16:1 n-7	–	↓ 0,2	0,1±0,0	–	–
C18:0	5,70	4,68±0,56	6,1±0,4	6,13	6,05
C18:1 9c	33,30	44,11±0,63	32,3±6,2	26,57	29,85
C18:2 9c12c	48,60	34,77±0,95	47,2±5,5	51,92	49,8
C18:3 9c12c15c	–	↓ 0,20	0,4±0,1	0,51	0,30
C20:0	–	0,41±0,40	0,4±0,0	–	–
Σ SFA	–	21,07 ± 1,19	19,4±0,9	19,95	18,90
Σ MUFA	–	44,12±0,57	33,0±6,2	27,58	31,72
Σ PUFA	–	34,78±0,85	47,6±5,6	52,48	51,18

Tabela II. Zawartość kwasów fenolowych i tokoferoli w oleju z nasion dyni [10]

Table II. Phenolic acid and tocopherol content in pumpkin seed oil [10]

kwasy fenolowe /phenolic acids	mg/100 g oleju /mg/100 g of oil	tokoferole /tocopherols	mg/100g oleju /mg/100g of oil
syringowy /syringic	7,96±0,13	δ -tokoferol / δ -tocopherol	177,00±14,17
ferulowy /ferulic	4,99±0,29	α -tokoferol / α -tocopherol	128,00±14,42
kawowy /caffeic	3,88±0,03	γ -tokoferol / γ -tocopherol	113,66±1,52
wanilinowy /vanillic	2,46±0,37	β -tokoferol / β -tocopherol	–
p-kumarowy /p-coumaric	2,50±0,95	Σ tokoferoli /Σ tocopherols	418,66±33,36
protokatechowy /protocatechic	1,81±0,26		

δ -tokoferolu oznaczono także β -tokoferol, średnio na poziomie 4,85 mg/kg oleju. Związku tego nie wykryto w badaniach Rezig i wsp. [10]. Należy zaakcentować fakt, iż udział poszczególnych form tokoferoli oraz całkowita zawartość podlega silnemu zróżnicowaniu i współzależny od wielu czynników [21].

W zależności od zastosowanych technik pozyskania oleju z nasion dyni można zaobserwować zmienny odcień barwy od jasnozielonej z pomarańczowym połyskiem do ciemnozielonej z jednoczesną czerwoną fluorescencją [1]. Analizując zawartość barwników oleju z dyni oznaczono 6-krotnie więcej barwników chlorofilowych niż karotenoidowych [22]. Wykazują one aktywność pro- lub antyoksydacyjną. Chlorofile uczestniczą w reakcjach fotochemicznych, a ponadto są fotosensybilizatorami, przyczyniając się do obniżenia stabilności oksydacyjnej oleju. W związku z tym bardzo ważne są odpowiednie warunki przechowywania oleju [1, 10, 16, 17]. Olej z prażonych nasion dyni zawiera karotenoidy ogółem w ilości 71 mg/kg oleju, w tym zeaksantyny – 28,5 mg/kg, β -karoten – 6 mg/kg, 4,9 mg/kg oraz łącznie 0,3 mg/kg kryptoksantyny i luteiny [23]. Natomiast w badaniach Patela stwierdzono nieco inną zawartość zidentyfikowanych karotenoidów w oleju z nasion dyni: β -karoten (9 μ g/100 g), β -kryptoksantyny (1 μ g/100 g) oraz sumy luteiny i zeaksantyny (74 μ g/100 g) [16].

Właściwości prozdrowotne związków występujących w nasionach i oleju z dyni

Nasiona z dyni ze względu na zawartość cennych składników wykazują pozytywne efekty dla zdrowia człowieka [8]. W składzie aminokwasowym pestek dyni *Cucurbita pepo* zawartość jednego z aminokwasów aromatycznych – tryptofanu wynosi 0,86 g/16 g azotu [14]. Egzogeny aminokwas L-tryptofan uczestniczy w syntezie 5-HT (5-hydroksytryptaminy – serotoniny) w wyniku jego hydroksylacji do postaci 5-hydroksytryptofanu. Natomiast serotonina stanowi niezbędny substrat w biosyntezie melatoniny (5-metoksy-N-acetylotryptamina), uczestniczącej w adaptacji organizmu do zmieniających się warunków otoczenia [24, 25]. Melatonina uczestniczy w regulacji biologicznego rytmu okołodobowego, umożliwia przystosowanie do zmian rytmu oświetleniowego, pod wpływem światła dziennego jej wydzielanie maleje, natomiast w ciemności wzrasta [24].

Olej z nasion dyni wyróżnia wysoka zawartość nienasyconych KT korzystnie wpływających na zdrowie człowieka. Przykładowo kwas oleinowy należący do MUFA, wykazuje pozytywne działanie prozdrowotne, zwiększa stężenie frakcji HDL cholesterolu, zmniejsza frakcję LDL, przy jednoczesnym zmniejszeniu cholesterolu całkowitego, działa żółciopędnie, ogranicza agregację płytek krwi [26, 27].

Produkty zawierające w swoim składzie PUFA,

muszą zawierać się w codziennym jadłospisie, gdyż w organizmie człowieka nie zachodzi ich endogenna synteza. Do niezbędnych KT z rodziny n-3 należy kwas α -linolenowy C18:3 9c 12c 15c będący prekursorem kwasów eikozapentaenowego i dokozaheksaenowego oraz z rodziny n-6 kwas linolowy C18:2 9c 12c – prekursor kwasu arachidonowego (ponad 50% wszystkich KT oleju z dyni) [14, 26]. Kwas linolowy obniża stężenie triacylogliceroli oraz cholesterolu w surowicy krwi. Działa hamująco na agregację płytek krwi, powoduje obniżenie ciśnienia krwi, jak również jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania wątroby i nerek, uczestniczy w procesach pigmentacji skóry i gojeniu ran oraz prewencji zakażeń. Kwas linolowy zapewnia właściwy wzrost i rozwój młodego organizmu. Natomiast działanie kwasów z rodziny n-3 powoduje: obniżenie ciśnienia krwi, stężenia triacylogliceroli w surowicy oraz stężenia cholesterolu całkowitego w surowicy, a także chroni przed powstawaniem zakrzepów w naczyniach wieńcowych i mózgowych oraz rozwojem blaszki miażdżycowej. Kwasy z rodziny n-3 mają także wpływ na ograniczenie wzrostu guzów nowotworowych, ponieważ zwiększają przepuszczalność błon cytoplazmatycznych dla farmaceutyków nasilając ich cytotoksyczność [7, 26]. W badaniach El-Mosallamy i wsp. badano wpływ oleju z dyni na nadciśnienie (indukowane chemicznie) u szczurów. Dawkę oleju (40-100 mg/kg masy ciała) podawano raz dziennie przez okres 6 tygodni. Podawanie oleju skutecznie obniżyło ciśnienie krwi spowodowane działaniem substancji chemicznej oraz znormalizowało zmiany elektrokardiogramu. Wyniki badań wskazują na ochronny wpływ oleju z nasion dyni wobec zmian patologicznych serca i aorty (mechanizm związany jest z powstawaniem tlenku azotu) [28].

Obowiązujące zalecenia żywieniowe podają, że 5-8% zapotrzebowania energetycznego powinno być pokryte przez KT n-6, a 1-2% przez kwasy z rodziny n-3. Należy zwrócić uwagę na wzajemny stosunek kwasów n-6 do n-3. Powinien zawierać się on w przedziale 4-5:1 lub 2:1, ponieważ podczas przemian w ustroju KT z rodzin n-6 i n-3 konkurują o te same enzymy i przewaga kwasu α -linolenowego (wykazującego słabsze efekty metaboliczne) mogłaby zaburzyć homeostazę organizmu. Ponadto właściwy stosunek kwasów n-6 do n-3 w diecie ma znaczenie w kojarzeniu i zapamiętywaniu, koordynacji ruchowej, ogólnej zdolności poznawczej oraz utrzymaniu stabilności nastrojów i opanowywaniu stanów lękowych [26, 29].

Sterole roślinne (β -sitosterol) naturalnie obecne w oleju z nasion dyni stanowią czynnik przeciwdziałający hipercholesterolemii [7, 30]. W formie estrów stanolowych konkurują z cholesterolem o przyłączenie do wolnych receptorów struktury miceli. W ten sposób redukują absorpcję cholesterolu całkowitego oraz frakcji LDL w przewodzie pokarmowym człowieka i przyczyniają się do zwiększenia jego wydalania [18].

W raporcie Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA – *European Food Safety Authority*) z 2008 r. podano, że efekt obniżenia poziomu cholesterolu w surowicy krwi (o 10-15%) jest obserwowany już przy dawce 1-3 g/dobę estrów fitosteroli/fitostanoli [31]. Ponadto fitosterole wykazują właściwości przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwwrzodowe, przeciwmiażdżycowe oraz antyoksydacyjne. Działanie przeciwnowotworowe fitosteroli polega na przeciwdziałaniu rozwojowi raka prostaty, jajników, płuc i żołądka, okrężnicy. Fitosterole wywołują m.in. procesy apoptozy (programowanej śmierci) komórek nowotworowych [18, 30, 32].

Cennym prozdrowotnym składnikiem występującym w oleju z dyni są kwasy fenolowe uczestniczące w neutralizacji wolnych rodników. Właściwości antyoksydacyjne kwasów fenolowych wynikają z obecności, położenia i pozycji grup hydroksylowych w ich strukturze. Podstawienie w cząsteczce grupy będącej donorem elektronów, metoksyłowej lub alkilowej w pozycji orto- zwiększa właściwości antyoksydacyjne [20, 33]. Kwasy p-kumarowy, kawowy oraz ferulowy, będące pochodnymi kwasu hydroksycynamonowego skutecznie wiążą wolne rodniki tiolowe oraz działają przeciwko propagacji rodników peroksyłowych powstających podczas fazy indukcji kaskady autooksydacji lipidów [20]. Kwasy fenolowe zapobiegają także fotooksydatywnym uszkodzeniom skóry [34]. Kwas kawowy i ferulowy należą do inhibitorów chorób nowotworowych i ograniczają powstawanie mutagennych związków (nitrozoamin) oraz kancerogenów [20]. Związki te przeciwdziałają cukrzycy, stanom zapalnym, chorobie wieńcowej oraz posiadają określone właściwości farmakologiczne wykazując działanie żółciopędne, przeciwbakteryjne, a dodatkowo wpływają stymulująco w tworzeniu przeciwciał klasy IgG [20, 34].

Tokochochromanole, jako związki o właściwościach przeciwutleniających w organizmie człowieka, chronią błony lipidowe przed oksydacją tłuszczów wygaszając rodniki lipidowe [16]. Tkanka tworząca mózg i centralny układ nerwowy bogata jest w PUFA, a forma α -tokoferolu stanowi skuteczną obronę przed ich peroksydacją. α -tokoferol wraz z homologiem g przeciwdziałają rozwojowi miażdżycy, utrzymując odpowiednią grubość ścian naczyń krwionośnych oraz działając prewencyjnie w adhezji i agregacji płytek krwi. Forma a indukuje zaprogramowaną śmierć w komórkach nowotworowych. Ponadto dowiedziono, że posiada właściwości hamujące w stosunku do kinazy białkowej C, ze względu na udział w zmianach aktywności enzymów [21]. Homolog γ -tokoferol inaktywuje reaktywne formy tlenoazotowe (nadtlenoazotyn i ditlenek azotu), co przynosi korzyści w leczeniu chorób układu krążenia [16]. Dodatkowo przeciwdziała procesowi nitrowania zasad azotowych łańcucha DNA i tyrozyny [21].

Związki witamino-E aktywne (tokotrienole) obniżają poziom cholesterolu oraz wykazują działanie neuroprotektoryjne, niwelując ryzyko zachorowania na chorobę Parkinsona, Huntingtona czy Alzheimerera [16, 21].

Występujące w oleju z nasion dyni barwniki karotenoidowe wykazują właściwości przeciwutleniające, związane z wygaszaniem tlenu singletowego i usuwaniem wolnych rodników [35, 36]. Karotenoidy chronią organizm przed schorzeniami związanymi z działaniem reaktywnych form tlenu. Zmniejszają ryzyko zawału mięśnia sercowego, udaru mózgu, zaćmy i zwyrodnienia płamki ocznej, chorób nowotworowych oraz szeregu dolegliwości degeneracyjnych wieku starszego [35, 37]. Występowanie tych związków w diecie wskazuje na zmniejszone ryzyko nowotworu prostaty [36, 38].

Cennym składnikiem oleju z dyni jest skwalen, charakteryzujący się wyjątkowo silnymi właściwościami antyoksydacyjnymi [19, 39]. W organizmie człowieka skwalen syntetyzowany jest z acetylo-CoA; pełni rolę prekursora podczas syntezy witaminy D, hormonów steroidowych, cholesterolu czy kwasów żółciowych. Zwiększa odporność immunologiczną organizmu stymulując limfocyty i makrofagi. Wykazuje pozytywny wpływ na szpik kostny, węzły chłonne i nadnercza oraz uczestniczy w usunięciu niepolarnych ksenobiotyków w nim rozpuszczonych. Co więcej, skwalen jako komponent lipidowy skóry, wykazuje działanie ochronne przed procesami oksydacji lipidów (wygasza tlen singletowy) podczas narażenia na promienie UV oraz inne źródła promieniowania jonizującego. Działa hipolipemiczne poprzez hamowanie aktywności reduktazy hydroksymetyloglutarylo koenzymu A (HMG-CoA), biorącej udział w cholesterologenezie. Ponadto stwierdzono, że jest istotnym składnikiem lipidowym mleka kobiecego [19, 39, 40].

Podsumowanie

Z przedstawionej analizy piśmiennictwa wynika, że zarówno nasiona, jak i olej pozyskany z nasion dyni, stanowią dobre źródło cennych pod względem żywieniowym składników bioaktywnych, wykazujących prozdrowotne działanie na organizm człowieka. Na szczególną uwagę zasługują związki wykazujące działanie antyoksydacyjne (tokochochromanole, kwasy fenolowe, barwniki roślinne), zapewniające skuteczną ochronę organizmu przed wolnymi rodnikami. Obecne w nasionach z dyni składniki bioaktywne wykazują zastosowanie w profilaktyce i terapii wielu schorzeń i dietozależnych chorób cywilizacyjnych dotyczących społeczeństwo. Celowym jest rozpowszechnianie spożycia produktów pozyskanych z owoców dyni: oleju z nasion dyni, nasion („pestek” czy mąki) oraz prowadzenie szczegółowych badań nad zastosowaniem dyni, jako cennego surowca żywnościowego.

Piśmiennictwo / References

- Vujasinovic V, Djilas S, Dimic E, et al. Shelf Life of Cold-Pressed Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) Seed Oil Obtained with a Screw Press. *J Am Oil Chem Soc* 2010, 87(12): 1497-1505.
- Siger A, Nogala-Kalucka M, Lampart-Szczapa E. The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. *J Food Lipids* 2008, 15: 137-149.
- Fruhwrith GO, Hermetter A. Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: Components and biological activities. *Eur J Lipid Sci Technol* 2007, 109(11): 1128-1140.
- Salgin U, Korkmaz H. A green separation process for recovery of health oil from pumpkin seed. *J Supercrit Fluid* 2011, 58(2): 239-248.
- Choe E, Min DB. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Compr Rev Food Sci F* 2006, 5(4): 169-186.
- Al-Okbi SY, Mohamed DA, Kandil E, et al. Functional ingredients and cardiovascular protective effect of pumpkin seed oil. *Grasas Aceites* 2014, 65(1): e007.
- Patel S. Pumpkin (*Cucurbita* sp.) seeds as nutraceutical: a review on status quo and scopes. *Mediterr J Nutr Metab* 2013, 6(3): 183-189.
- Xanthopoulou MN, Nomikos T, Fragopoulou E, Antonopoulou S. Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *Food Res Int* 2009, 42(5-6): 641-646.
- Butinar B, Bučar-Miklavčič M, Mariani C, Raspor P. New vitamin E isomers (γ -tocotrienol and α -tocotrienol) in seeds, roasted seeds and roasted seed oil from the Slovenian pumpkin variety 'Slovenska golica'. *Food Chem* 2011, 128(2): 505-512.
- Rezig L, Chouaibi M, Msaada K, Hamdi S. Chemical composition and profile characterisation of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil. *Ind Crop Prod* 2012, 37(1): 82-87.
- Procida G, Stancher B, Cateni F, Zacchigna M. Chemical composition and functional characterisation of commercial pumpkin seed oil. *J Sci Food Agric* 2013, 93(5): 1035-1041.
- Fruhwrith GO, Hermetter A. Production technology and characteristics of Styrian pumpkin seed oil. *Eur J Lipid Sci Technol* 2008, 110(7): 637-644.
- Makni M, Fetoui H, Gargouri NK, et al. Antidiabetic effect of flax and pumpkin seed mixture powder: effect on hyperlipidemia and antioxidant status in alloxan diabetic rats. *J Diabetes Complications* 2011, 25(5): 339-345.
- El-Adawy TA, Taha KM. Characteristics and composition of different seed oils and flours. *Food Chem* 2001, 74(1): 47-54.
- Nawirska-Olszańska A, Kita A, Biesiada A, et al. Characteristics of antioxidant activity and composition of pumpkin seed oils in 12 cultivars. *Food Chem* 2013, 139(1-4): 155-161.
- Nederal S, Škevin D, Kraljić K, et al. Chemical Composition and Oxidative Stability of Roasted and Cold Pressed Pumpkin Seed Oils. *J Am Oil Chem Soc* 2012, 89(9): 1763-1770.
- Prescha A, Grajzer M, Dedyk M, Grajeta H. The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. *J Am Oil Chem Soc* 2014, 91(8): 1291-1301.
- Kopeć A, Nowacka E, Piątkowska E, Leszczyńska T. Charakterystyka i prozdrowotne właściwości steroli roślinnych. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2011, 3(76): 5-14.
- Kaźmierczak A, Bolesławska I, Przysławski J. Szarłat – jego wykorzystanie w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób cywilizacyjnych. *Now Lek* 2011, 80(3): 192-198.
- Gawlik-Dziki U. Fenolokwasy jako bioaktywne składniki żywności. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2004, 4(41): 29-40.
- Nogala-Kalucka M, Siger A. Tokochromanole – bioaktywne związki roślin oleistych. Od biosyntezy do biomarkerów. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops* 2011, 32(1): 9-28.
- Wroniak M, Kwiatkowska M, Krygier K. Charakterystyka wybranych olejów tłoczonych na zimno. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2006, 2(47): 46-58.
- Parry J, Hao Z, Luther M, et al. Characterization of cold-pressed onion, parsley, cardamon, mullen, roasted pumpkin and milk thistle seed oils. *J Amer Oil Chem Soc* 2006, 83(10): 847-854.
- Lehner M, Hamed A, Płaźnik A. Regulacja rytmów okołodobowych na przykładzie melatoniny o powolnym uwalnianiu. *Farmakoter Psychiatr Neurol* 2009, 1: 47-66.
- Berger M, Gray JA, Roth BL. The Expanded Biology of Serotonin. *Annu Rev Med* 2009, 60: 355-366.
- Zagrodzki P, Starek A. Dietetyczne znaczenie olejów roślinnych. *Bromat Chem Toksykol* 2012, 45(4): 1175-1182.
- Huang CL, Sumpio BE. Olive oil, the Mediterranean diet, and cardiovascular health. *J Am Coll Surg* 2008, 207(3): 407-416.
- El-Mosallamy AE, Sleem AA, Abdel-Salam OM, et al. Antihypertensive and cardioprotective effects of pumpkin seed oil. *J Med Food* 2012, 15(2): 180-189.
- Zagrodzki P. Kwasy tłuszczowe n-3 i n-6, a parametry kognitywne i behawioralne u dzieci – przegląd literatury. *Bromat Chem Toksykol* 2009, 42(3): 950-953.
- Vorobyova OA, Bolshakova AE, Pegova RA, et al. Analysis of the components of pumpkin seed oil in suppositories and the possibility of its use in pharmaceuticals. *J Chem Pharm Res* 2014, 6(5): 1106-1116.
- Derewiaka D, Obiedziński M. Wpływ obróbki termicznej na zawartość steroli w oleju rzepakowym oraz mieszaninach na bazie oleju rzepakowego. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2012, 3(82): 64-76.
- Szymańska R, Kruk J. Fitosterole – występowanie i znaczenie dla człowieka. *KOSMOS* 2007, 56(1-2): 107-114.
- Mińkowski K, Zawada K, Ptasznik S, Kalinowski A. Wpływ związków fenolowych nasion na stabilność oksydacyjną i aktywność antyrodnikową wytłoczonych z nich olejów bogatych w PUFA n-3. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2013, 4(89): 118-132.
- Srbinoska M, Hrabovski N, Rafajlovska V, Sinadinović-Fišer S. Characterization of the seed and seed extracts of the pumpkins *cucurbita maxima* D. and *cucurbita pepo* L. from Macedonia. *Maced J Chem Chem Eng* 2012, 31(1): 65-78.
- Nagao A. Absorption and function of dietary carotenoids. *Forum Nutr* 2009, 61: 55-63.
- Eldahshan OA, Singab ANB. Carotenoids. *J Pharmacogn Phytochem* 2013, 2(1): 225-234.
- Ma L, Lin XM. Effects of lutein and zeaxanthin on aspects of eye health. *J Sci Food Agric* 2010, 90(1): 2-12.
- Minguez-Mosquera MI, Hornero-Méndez D, Pérez-Gálvez A. Carotenoids and provitamin A in functional foods. [in:] *Methods of analysis for functional foods and nutraceuticals*. Hurst WJ (ed). CRC PRESS, London 2002: 277-336.
- Kelly GS. Squalene and its potential clinical uses. *Altern Med Rev* 1999, 4(1): 29-36.
- Rutkowska J. *Amaranthus* – roślina przyjazna człowiekowi. *Prz Piek Cuk* 2006, 1: 6-10.