

Dąbrowski Grzegorz, Skrajda Marta. Nasiona szalwii hiszpańskiej (*Salvia hispanica* L.) jako źródło składników wykazujących dobroczynny wpływ na ludzki organizm = Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) as a source of ingredients with beneficial influence on human organism. Journal of Education, Health and Sport. 2015;5(9):337-350. ISSN 2391-8306. DOI [10.5281/zenodo.30929](https://doi.org/10.5281/zenodo.30929)  
<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.30929>  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%289%29%3A337-350>  
<https://pbn.nauka.gov.pl/works/624246>  
Formerly Journal of Health Sciences. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011–2014  
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.

Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.  
Zgodnie z informacją MNiSW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).

© The Author (s) 2015;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 25.08.2015. Revised: 05.09.2015. Accepted: 12.09.2015.

## NASIONA SZALWII HISZPAŃSKIEJ (*SALVIA HISPANICA* L.) JAKO ŹRÓDŁO SKŁADNIKÓW WYKAZUJĄCYCH DOBROCZYNNY WPŁYW NA LUDZKI ORGANIZM

### Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) as a source of ingredients with beneficial influence on human organism

Grzegorz Dąbrowski, Marta Skrajda

Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych  
Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych  
Pl. Cieszyński 1, 10-726 Olsztyn  
e-mail: [grzegorz.dabrowski@uwm.edu.pl](mailto:grzegorz.dabrowski@uwm.edu.pl)

### Abstrakt

Nasiona szalwii hiszpańskiej były jednym z najważniejszych źródeł pożywienia cywilizacji środkowoamerykańskich z czasów przedkolumbijskich. Z żywieniowego punktu widzenia bardzo interesujący jest ich skład chemiczny. Zawierają one duże ilości polienowych kwasów tłuszczowych. Najbardziej wartościowy jest kwas  $\alpha$ -linolenowy, który ma między innymi zdolność zapobiegania chorobie wieńcowej i cukrzycy. Obecność kwasów fenolowych, tokoferoli i flawonoidów pomaga zapewnić stabilność oksydacyjną tłuszczu z nasion szalwii. Zawierają one duże ilości frakcji błonnika pokarmowego. Zawartość nierozpuszczalnej frakcji błonnika jest od 4 do 5 razy wyższa niż frakcji nierozpuszczalnej. Stosunek ten jest korzystny i może odgrywać rolę przy obniżaniu poziomu cholesterolu we krwi. Frakcja białkowa nasion szalwii zawiera duże ilości aminokwasów egzogennych i może być źródłem bioaktywnych peptydów.

**Słowa kluczowe:** *Salvia hispanica* L., polienowe kwasy tłuszczowe, włókno pokarmowe, przeciwutleniacze, białka.

### Abstract

Chia (*Salvia hispanica* L.) seeds were one of the most important sources of food for Central American civilizations in pre-Columbian times. The chemical composition of chia seeds is very interesting from nutritional point of view. It contains large amounts of polyunsaturated fatty acids. Most valuable is  $\alpha$ -linoleic acid that can be helpful in between in coronary heart disease or diabetes prevention. The presence of phenolic acids, tocopherols

and flavonoids helps to provide oxidative stability of oil from chia seeds. Chia seeds contain large amounts of dietary fiber. Content of insoluble fraction of dietary fiber is 4-5 times higher than soluble. It is good proportion and it can be helpful in lowering cholesterol content in blood. Protein fraction of chia contains high content of exogenous amino acids and can be potential source of bioactive peptides.

**Key words:** *Salvia hispanica* L., polyunsaturated fatty acids, dietary fiber, antioxidants, proteins.

## Wstęp

Szałwia hiszpańska (*Salvia hispanica* L.) jest rośliną jednoroczną, która rośnie na terenie rozciągającym się od zachodniego Meksyku do północnej Gwatemali. Jej nasiona wraz z kukurydzą, fasolą i amarantusem były głównym źródłem żywności pochodzenia roślinnego Azteków zamieszkujących te tereny [1]. Roślina ta była stosowana nie tylko w żywieniu ludzi, lecz również do produkcji leków i farb [2]. Aktualnie szalwia rośnie dziko na terenie stanu Jalisco w Meksyku. Mieszkańcy tego kraju nadal spożywają jej nasiona, jednakże m.in. z powodu niskiej świadomości na temat ich walorów, stosunkowo wysokiej ceny oraz aktualnych nawyków żywieniowych spożycie to jest ograniczone [3].

*Salvia hispanica* L. (znana też jako chia) należy do rodziny jasnowatych (*Labiatae*) i nadgromady roślin nasiennych (*Spermatophyta*). Rośliny mają około 1 m wysokości, a ich kwiaty są wielkości 3-4 mm, wykształcają owalne nasiona, o rozmiarze od ok. 1,5 do 2,5 mm w kolorze białym, brązowym, szarym lub czarnym [2, 4].

Szałwia hiszpańska posiada duży potencjał żywieniowy. Jej nasiona zawierają od 25 do 35% tłuszczu, w którym zdecydowaną większość stanowią kwasy wielonienasycone. Jest to roślina o najwyższej znanej procentowej zawartości kwasu  $\alpha$ -linolenowego, która osiąga nawet 68% wszystkich kwasów [5]. Organizm człowieka nie jest w stanie syntetyzować polienowych kwasów tłuszczowych i muszą one być dostarczane wraz z pożywieniem.

Kwasom tym przypisuje się nieocenione działanie w prewencji chorób układu krążenia lub o podłożu alergicznym, a także w stanach zapalnych [6].

Istnieje kilka metod pozyskiwania tłuszczu z nasion szałwii hiszpańskiej. Jedną z nich jest tłoczenie na zimno i przechowywanie w temperaturze 4°C bez dostępu światła. Tłoczenie można również prowadzić przy użyciu pras ślimakowych w temperaturze 25-30°C. Inną metodą jest ekstrakcja rozpuszczalnikiem (n-heksan) w aparacie Soxhleta. Można także stosować ekstrakcję dwutlenkiem węgla w stanie nadkrytycznym [4].

Nasiona szałwii hiszpańskiej są również dobrym źródłem białka (zawartość ok. 15-26% masy nasion). Tak znaczne różnice w zawartości białka mogą być spowodowane czynnikami genetycznymi lub oddziaływaniem ekosystemów, w których rośliny były uprawiane [7].

Nasiona *Salvia hispanica* L. zawierają dużą ilość włókna pokarmowego (26,5 g/100 g nasion) [8]. Obecne są w nich także minerały takie jak: wapń, fosfor, potas, sód, cynk, miedź, żelazo oraz magnez. Z racji dużej zawartości kwasów polienowych występują w nich także związki przeciwutleniające takie, jak np. kwas p-kumarowy czy galusowy [9]. Zapewniają one tłuszczowi stabilność oksydacyjną i chronią jego cechy jakościowe, takie jak smak, zapach czy barwa.

Nasiona szałwii hiszpańskiej zawierają wiele związków bioaktywnych i z tego powodu wzrasta zainteresowanie tą rośliną. To opracowanie ma na celu przybliżenie ich składu chemicznego i potencjalnego wpływu na organizm człowieka.

### **Fracja lipidowa**

Ciftci i in. [10] badali składniki lipidowe nasion szałwii hiszpańskiej. W swoich badaniach wydobywali z nasion tłuszcz całkowity poprzez ekstrakcję metodą Folcha [11]. W uzyskanym tłuszczu, którego zawartość wyniosła 32,20-37,80%, oznaczyli skład kwasów

tłuszczowych, triacylogliceroli, tokoferoli i steroli. Autorzy wykazali, że dominującym kwasem tłuszczowym był kwas  $\alpha$ -linolenowy (18:3 n-3), którego udział wahał się w granicach 59,63-59,89%. Drugi, pod względem zawartości był kwas linolowy (18:2), należący do rodziny kwasów n-6. Jego udział w puli kwasów tłuszczowych oleju wynosił 20,18-20,56%. Trzecim kwasem w kolejności był jednonienasycony kwas oleinowy, z rodziny n-9, który stanowił 10,36-10,70%. Wśród kwasów nasyconych największy udział (7,05-7,15%) odnotowano dla kwasu palmitynowego (16:0). Udział sumy kwasów polienowych wyniósł 80,10-80,40%, monoenowych 10,77-11,13%, natomiast nasyconych 8,46-8,84%. Wskazuje to na niespotykane wysoki udział kwasów wielonienasyconych. Dla przykładu w oleju rzepakowym udział kwasów polienowych wynosi 30,2%, w słonecznikowym 56,4%, natomiast w kukurydzianym 56,3% [12]. W tabeli 1 porównano wybrane oleje z tłuszczem nasion chia pod względem zawartości poszczególnych grup kwasów tłuszczowych. Jednym z olejów najbardziej zbliżonych do tłuszczu szałwiowego pod względem udziału kwasów wielonienasyconych jest olej lniany, w którym ich udział może dochodzić do niemal 74% [10, 12].

Tab. 1. Porównanie udziału (%) poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w oleju szałwiowym z innymi olejami wg Ciftci i in. [10], Łoźna i in. [12].

Rodzaj oleju	SFA	MUFA	PUFA		
	ogółem	ogółem	n-3	n-6	ogółem
szałwiowy	8,65	10,95	59,76	20,64	80,40
lniany	8,50	17,60	42,90	30,90	73,80
z kielków pszenicy	15,40	25,00	2,90	56,60	59,60
słonecznikowy	10,80	32,80	0,50	55,90	56,40
rzepakowy	7,30	62,60	9,80	20,30	30,20
z pestek dyni	18,80	33,40	0,50	47,30	47,80

Organizm człowieka nie dysponuje odpowiednim aparatem enzymatycznym, aby móc syntetyzować samodzielnie kwas  $\alpha$ -linolenowy oraz linolowy. Dotyczy to braku desaturaz

wprowadzających wiązania podwójne przy 3. i 6. atomie węgla w łańcuchu węglowym licząc od grupy metylowej. Wspomniane kwasy są prekursorami do syntezy długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych, takich jak kwas EPA (eikozapentaenowy) i DHA (dokozaheksaenowy) [13]. Dzieje się to w procesie desaturacji i elongacji. Kwasy te z kolei spełniają ważną rolę w walce z chorobami sercowo-naczyniowymi, otyłością i cukrzycą. Pozwalają obniżyć poziom triacylogliceroli we krwi, spowalniają proces tworzenia się blaszki miażdżycowej, wykazują działanie przeciwnadciśnieniowe oraz są skuteczne w walce z chorobą wieńcową [14-17]. Ponadto kwasom tym przypisuje się zdolność do przeciwdziałania chorobom skóry (atopowe zapalenie skóry) [18, 19] oraz schorzeniom autoimmunologicznym [20].

Proporcja kwasów n-6 do n-3 w tłuszczu pozyskanym z nasion szałwii hiszpańskiej wynosi 0,32:1 [21]. Zalecenia odnośnie tego stosunku w diecie dorosłego człowieka mówią, że powinien on wynosić od 1:1 do 4:1. Aktualna dieta zachodnia jest niekorzystna dla zdrowia pod tym względem, ponieważ proporcja ta wynosi 16-20:1, co oznacza, że kwasy n-6 są w znacznym nadmiarze. Wzbogacenie diety o tłuszcz z nasion *Salvia hispanica* L. może pozwolić na obniżenie nadmiaru kwasów n-6 w diecie [20]. Zachowanie odpowiedniej proporcji kwasów n-6 do n-3 jest ważne, ponieważ kwas n-6 linolowy i n-3  $\alpha$ -linolenowy konkurują o te same enzymy, dlatego przewaga LA (kwas linolowy) w diecie hamuje syntezę EPA i DHA, a zwiększa AA (kwas arachidonowy), co może zaburzać równowagę fizjologiczną ustroju [22].

Według badań Sargi i in. [21] jednonienasycone kwasy tłuszczowe stanowią około 7,76%, zaś nasycone 9,59% ogółu kwasów w tłuszczu nasion *Salvia hispanica* L. Nasycone kwasy tłuszczowe są składnikiem energetycznym, jednakże zalecenia żywieniowe mówią, że w diecie powinny one dostarczać maksymalnie 10% energii. Dzieje się tak z powodu tego, że w nadmiarze kwasy te hamują syntezę i aktywność receptorów dla cholesterolu LDL

zwiększając tym samym jego ilość w osoczu. Udział tych lipoprotein w całkowitym cholesterolu osocza wynosi 60-70%. Są one bezpośrednio odpowiedzialne za rozwój blaszek miażdżycowych, a ich koncentracja ściśle koreluje z ryzykiem chorób sercowo-naczyniowych [23].

Spośród składników bioaktywnych w tłuszczu pozyskanym z nasion szałwii występują tokoferole i sterole. Tokoferole należą do grupy związków określanej jako witamina E. Wykazują one działanie silnie przeciwutleniające. Kwasy tłuszczowe o większej ilości wiązań podwójnych w cząsteczce są podatniejsze na procesy oksydacyjne, dlatego ważna jest obecność przeciwutleniaczy zapewniających im stabilność oksydacyjną [24]. Ogólna zawartość tokoferoli wynosi 446 mg/kg [10]. Dominującym związkiem z grupy tokoferoli jest  $\gamma$ -tokoferol, którego zawartość wynosi 422 mg/kg tłuszczu. Witamina E wykazuje silne działanie antyoksydacyjne wobec wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i fosfolipidów, które są strukturalnymi składnikami błon komórkowych. Niedobór witaminy E może skutkować zaburzeniami neurologicznymi, których przyczyną jest peroksydacja błon komórkowych neuronów i procesy degeneracyjne w mózgu, których intensywność rośnie w okresie starzenia się. Niedobór witaminy E u osób dorosłych często jest wynikiem zaburzeń wchłaniania tokoferolu. Dieta zawierająca tokoferole i tokotrienole w postaci witaminy E pozwala spowalniać procesy starzenia się organizmu, dzięki zdolności tych związków do zmiatania wolnych rodników [25].

Álvarez-Chávez i in. [26] określili zawartość i skład steroli w tłuszczu pozyskanym z nasion szałwii uprawianej w dwóch regionach Meksyku (stany Jalisco i Sinaloa). Ogólna zawartość steroli w zależności od miejsca uprawy wynosiła 8,15 g/kg tłuszczu (Sinaloa) oraz 12,60 g/kg tłuszczu (Jalisco). W obydwu przypadkach ponad połowę tej puli (odpowiednio 4,59 i 7,96 g/kg tłuszczu) stanowił  $\beta$ -sitosterol, zaś drugi pod względem zawartości był stigmastanol (2,18 i 2,77 g/kg tłuszczu). Dietę bogatą w fitosterole można stosować w

prewencji schorzeń miażdżycowych, w której największą część powinien stanowić  $\beta$ -sitosterol (65%), następnie kampesterol (30%) oraz stigmasterol (5%). Fitosterole mają zdolność obniżania ilości cholesterolu w surowicy krwi, poprzez obniżenie jego stężenia. Zredukowaniu ulega również poziom nasyconych kwasów tłuszczowych, a także uregulowany zostaje obieg cholesterolu [27].

Tłuszcz z nasion *Salvia hispanica* L. zawiera także przeciwutleniacze polifenolowe takie jak kwasy: protokatechowy, galusowy i p-kumarowy; a także epikatechina, rutyna i apigenina [9].

### **Fracja błonnika**

O korzystnych właściwościach błonnika pokarmowego świadczą takie wyróżniki jak: rodzaj jego współdziałania z wodą, zdolność wymiany kationów, rozmiar cząsteczki, jej gęstość i zdolności powierzchniowe oraz adsorpcja cząsteczek organicznych. Jedną z najważniejszych w żywieniu człowieka właściwości jest zdolność do pęcznienia w przewodzie pokarmowym, dzięki absorpcji wody [8]. Alfredo i in. [8] badali fizykochemiczne właściwości frakcji błonnika nasion szalwii hiszpańskiej. Określili oni, że zawartość włókna surowego w rozdrobnionych i odtłuszczonych nasionach tej rośliny jest na poziomie 265 g/kg suchej masy (s.m.). Z rozdrobnionych nasion oddzielono, poprzez przesianie, frakcję bogatą w błonnik (FRF – Fiber Rich Fraction), jej zawartość kształtowała się na poziomie 295,6 g/kg s.m. Znaczącą większość błonnika szalwii hiszpańskiej stanowiła frakcja nierozpuszczalna w wodzie (IDF – Insoluble Dietary Fiber), której zawartość w FRF była równa 534,5 g/kg s.m. Dla porównania zawartość frakcji błonnika rozpuszczalnego (SDF – Soluble Dietary Fiber) w wodzie była równa 30,1 g/kg s.m. FRF (stosunek IDF:SDF równy 17,6:1).

Reyes-Caudillo i in. [28] prowadzili badania nad włóknem pokarmowym nasion szalwii hiszpańskiej uprawianych w dwóch częściach zachodniego Meksyku (stany Jalisco i

Sinaloa). Autorzy ci w swojej pracy wyrażali zawartość IDF i SDF w odniesieniu do suchej masy nasion. Wykazali oni, że zawartość SDF kształtowała się na poziomie od 68,40 g/kg s.m. (Jalisco) do 61,60 g/kg s.m. (Sinaloa). Podobnie jak w przypadku badań Alfredo i in. [8] zawartość IDF była wyższa, jednakże różnica między zawartościami IDF i SDF była mniej znacząca i proporcje były równe 5,1:1 (Jalisco) i 5,3:1 (Sinaloa).

Amerykańskie Stowarzyszenie Dietetyczne podaje, że optymalne spożycie błonnika powinno wynosić 25-30 g na dzień lub 10-13 g na każde spożyte 1000 kcal [29]. Określona została też najkorzystniejsza proporcja IDF:SDF, która wynosi od 3:1 do 4:1 [29, 30].

Błonnik dostarczany z nasionami szałwii hiszpańskiej może spełniać szereg ważnych funkcji w organizmie człowieka. Frakcje rozpuszczalne błonnika mają właściwości hipocholesterolemiczne. Ograniczają one w przewodzie pokarmowym wchłanianie lipidów, co skutkuje obniżeniem poziomu triglicerydów we krwi. Innym mechanizmem jest wiązanie kwasów żółciowych i ich wydalanie z kałem, co skutkuje wykorzystaniem do syntezy nowych cząsteczek cholesterolu. Modyfikacji ulega wchłanianie substancji odżywczych w jelitach dzięki temu, że błonnik ma zdolność do wiązania dużych ilości wody, przez co zwiększa objętość fazy wodnej pożywienia, co powoduje spowolnienie wchłaniania składników odżywczych [29].

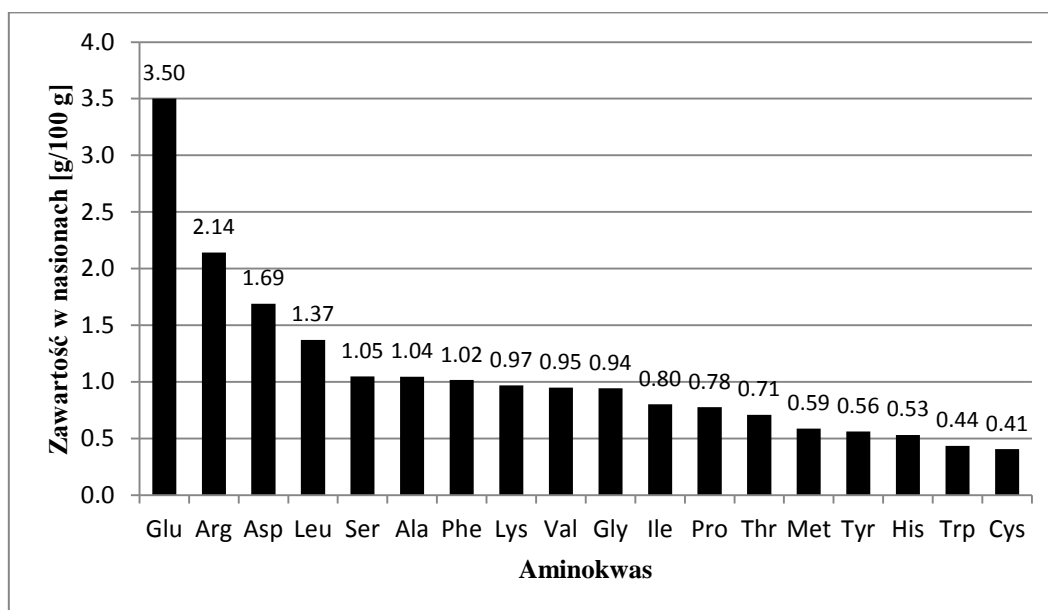
### **Fracja białkowa**

Szałwia hiszpańska może zawierać od około 16 do ponad 26% białka [3, 7]. Olivos-Lugo i in. [3] badali skład białek nasion tej rośliny. Największy udział we frakcji białkowej miały prolaminy (538 g/kg), następne w kolejności były gluteliny (230 g/kg), potem globuliny (70 g/kg) oraz albuminy (39 g/kg).

Olivos-Lugo i in. [3] badali również skład aminokwasowy białka szałwii hiszpańskiej i wykazali, że aminokwasem dominującym jest kwas glutaminowy. Białka te bogate są



również w argininę i kwas asparaginowy. Skład aminokwasowy białka *Salvia hispanica* L. przedstawiono na wykresie 1.



Wykres 1. Zawartość aminokwasów w nasionach *Salvia hispanica* L. [31].

Skróty nazw aminokwasów: Glu – kwas glutaminowy, Arg – arginina, Asp – kwas asparaginowy, Leu – leucyna, Ser – seryna, Ala – alanina, Phe – fenyloalanina, Lys – lizyna, Val – walina, Gly – glicyna, Ile – izoleucyna, Pro – prolina, Thr – treonina, Met – metionina, Tyr – tyrozyna, His – histydyna, Trp – tryptofan, Cys – cysteina

Żywność bogata w glutaminę może wspomagać układ odpornościowy, poprawić wydolność organizmu podczas wysiłku fizycznego, a także wspomagać regenerację wątroby [32-34]. Źródła bogate w argininę wspomagają gojenie ran, odpowiedź immunologiczną oraz regulację stanu zapalnego [35].

Białko nasion *Salvia hispanica* L. jest wysokiej jakości, ponieważ zawiera następujące aminokwasy: leucynę, izoleucynę, lizynę, metioninę, fenyloalaninę, treoninę, tryptofan, walinę i histydynę [36]. Może być również potencjalnym źródłem bioaktywnych peptydów, a także brać udział w wymianie uszkodzonych tkanek oraz być wykorzystywane przez organizm do wzrostu, produkcji mleka i wyrównywania strat metabolicznych [37].

Nasiona szalwii hiszpańskiej nie zawierają białek glutenowych, dlatego mogą być bez obaw spożywane przez osoby chore na celiakię [38]. Steffolani i in. [39] badali możliwość

dotatku całych lub zmielonych nasion *Salvia hispanica* L. w produkcji pieczywa bezglutenowego. Wykazali oni, że dodatek rzędu 15% nie obniżał akceptowalności sensorycznej produktów. Zmniejszeniu uległa objętość pieczywa, podczas gdy jednocześnie wzrosła jego elastyczność. Stopień tych zmian był mniejszy, gdy do pieczywa dodano całe nasiona. Dodatek rozdrobnionych nasion zwiększał również różnice w obrębie miękkiszu i koloru skórki, tworząc obszary o ciemniejszej barwie, przez co pieczywo z dodatkiem nasion szalwii w formie rozdrobnionej było mniej cenione przez konsumentów niż pieczywo z całymi nasionami.

## **Podsumowanie**

Nasiona szalwii hiszpańskiej są bardzo ciekawym surowcem z żywieniowego punktu widzenia. Zawierają duże ilości tłuszczu bogatego w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe. Dodatkowo obecna jest w nich duża ilość związków antyoksydacyjnych, które chronią te kwasy przed utlenianiem. Związki te odgrywają ważną rolę m.in. w zapobieganiu współczesnym chorobom cywilizacyjnym takim jak otyłość czy cukrzyca. Nasiona bogate są także w błonnik, który pozwala między innymi obniżyć poziom cholesterolu we krwi. Frakcja białkowa zawiera aminokwasy niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Nasiona *Salvia hispanica* L. nie zawierają białek glutenowych, które są niebezpieczne dla osób chorych na celiakię. Są jednak bogate w aminokwasy egzogenne, przez co ich białko jest bardzo wartościowe.

## **Piśmiennictwo**

1. Ayerza R, Coates W. Chia: rediscovering a forgotten crop of the Aztecs. The University of Arizona Press, Tucson 2005.

2. Ixtainaa VY, Nolascoa SM, Tomás MC. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Ind Crop Prod* 2008; 28: 286-293.
3. Olivos-Lugo BL, Valdivia-López MA, Tecante A. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). *Food Sci Technol Int* 2010; 2:1-8.
4. Ali NM, Yeap SK, Ho WY et al. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *J Biomed Biotechnol* 2012; 2012: 1-9.
5. Ayerza R. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five north western locations in Argentina. *J Am Oil Chem Soc* 1995; 72: 1079-1081.
6. Mińkowski K, Grześkiewicz S, Jerzewska M et al. Charakterystyka składu chemicznego olejów roślinnych o wysokiej zawartości kwasów linolenowych. *Żywn Nauka Technol Jakość* 2010; 6(73): 146-157.
7. Ayerza R, Coates W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Ind Crop Prod* 2011; 34: 1366-1371.
8. Alfredo VO, Gabriel RR, Luis CG et al. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT-Food Sci Technol* 2009; 42: 168-173.
9. Jin F, Nieman DC, Sha W et al. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Plant Foods Hum Nutr* 2012; 67:105-110.
10. Ciftci ON, Przybylski R, Rudzińska M. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. *Eur J Lipid Sci Technol* 2012; 114: 794-800.
11. Folch J, Lees M, Stanley GHS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 1957; 266: 497-509.

12. Łoźna K, Kita A, Styczyńska M et al. Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Probl Hig Epidemiol* 2012; 93(4): 871-875.
13. Flachs P, Rossmeis M, Bryhn M et al. Cellular and molecular effects of n-3 polyunsaturated fatty acids on adipose tissue biology and metabolism. *Clin Sci* 2009; 116: 1-16.
14. Roche HM, Gibney MJ. Effect of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids on fasting and postprandial triacylglycerol metabolism. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 232S-237S.
15. Friedberg CE, Janssen MJ, Heine RJ et al. Fish oil and glycemic control in diabetes. A meta-analysis. *Diabetes Care* 1998; 21: 494-500.
16. Balk E, Chung M, Liechtenstein A. Effects of omega-3 fatty acids on cardiovascular risk factors and intermediate markers of cardiovascular disease, Evidence Report/Technology Assessment No93, Agency for Health care Research and Quality, Rockville 2004.
17. Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation* 2002; 106: 2747-2757.
18. Bojarowicz H, Woźniak B. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz ich wpływ na skórę. *Probl Hig Epidemiol* 2008; 89(4): 471-475.
19. Nowicki R, Barańska-Rybak W. Olej z wątroby rekina jako terapia wspomagająca w atopowym zapaleniu skóry. *Pol Merk Lek* 2007; 130: 312-313.
20. Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *J Am Coll Nutr* 2002; 21(6): 495-505.
21. Sargi SC, Silva BC, Santos HMC et al. Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia, flax, and perilla. *Food Sci and Technol (Campinas)* 2013; 33(3): 541-548.

22. Marciniak-Łukasiak K. Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. Żywn Nauka Technol Jakość 2011; 6(79): 24-35.
23. Orlicz-Szczęsna G, Szymańska M, Kucharska K. Rola żywienia w leczeniu zaburzeń lipidowych. Curr Probl Psychiatri 2011; 12(3): 363-366.
24. Parker TD, Adams DA, Zhou K et al. Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils. J Food Sci 2003; 68: 1240-1243.
25. Zielińska A, Nowak I. Tokoferole i tokotrienole jako witamina E. Chemik 2014; 68(7): 85-91.
26. Álvarez-Chávez LM, Valdivia-López MDLA, Aburto-Juarez MDL et al. Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). Int J Food Prop 2008; 11(3): 687-697.
27. Nowak A. Fitosterole w codziennej diecie. Post Fitoter 2011; 1: 48-51.
28. Reyes-Caudillo E, Tecante A, Valdivia-López MA. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. Food Chem 2008; 107: 656-663.
29. Borderías AJ, Sánchez-Alonso I, Pérez-Mateos M. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. Trends Food Sci Tech 2005; 16: 458-465.
30. Górecka D, Janus P, Borysiak-Marzec P et al. Analiza spożycia błonnika pokarmowego i jego frakcji w Polsce w ostatnim dziesięcioleciu w oparciu o dane GUS. Probl Hig Epidemiol 2011; 92(4): 705-708.
31. U.S. Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24. Nutrient Data Laboratory Home Page. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington 2011.
32. O'Carroll P. A bio-active future. World Ingrid 1995; November/December: 28-30.

33. Blendford DE. Use of amino acids and peptides in sport nutrition. *Int Food Ingrid* 1996; 3: 20-23.
34. Hong RW, Rounds JD, Helton WS et al. Glutamine preserves liver glutathione after lethal hepatic injury. *Ann Surg* 1992; 215(2): 114-119.
35. Efron DT, Barbul A. Arginine and nutrition in renal disease. *J Renal Nutr* 1999; 9(3): 142-144.
36. Potter NN; Hotchkiss JH. *Food Science*. Chapman & Hall: New York, 1995.
37. Segura-Campos MR, Salazar-Vega IM, Chel-Guerrero LA et al. Biological potential of chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. *LWT-Food Sci Technol* 2013; 50: 723-731.
38. Muñoz LA, Cobos A, Diaz O et al. Chia seed (*Salvia hispanica*): an ancient grain and a new functional food. *Food Rev Int* 2013; 29(4): 394-408.
39. Steffolani E, Hera E, Pérez G et al. Effect of chia (*Salvia hispanica* L) addition on the quality of gluten-free bread. *J Food Quality* 2014; 37(5): 309-317.