Skład chemiczny, aktywność biologiczna i zastosowanie nasion chia (*Salviae hispanicae semen*)

Sara Motyka¹, Halina Ekiert¹, Agnieszka Szopa¹

¹Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska

Farmacja Polska, ISSN 0014-8261 (print); ISSN 2544-8552 (on-line)

Adres do korespondencji

Agnieszka Szopa, Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków, Polska; e-mail: a.szopa@uj.edu.pl

Źródła finansowania

Nie wskazano źródeł finansowania.

Konflikt interesów

Nie istnieje konflikt interesów.

Otrzymano: 2021.12.08

Zaakceptowano: 2021.12.29

Opublikowano on-line: 2021.12.29

DOI

10.32383/farmpol/145400

ORCID

Sara Motyka (ORCID iD: 0000-0002-5424-4575)

Halina Ekiert (ORCID iD: 0000-0003-4887-4068)

Agnieszka Szopa (ORCID iD: 0000-0002-6351-4047)

Copyright

© Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne

To jest artykuł o otwartym dostępie,

na licencji CC BY NC

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

by-nc/4.0/

Chemical composition, biological activity, and utilization of chia seeds (*Salviae hispanicae semen*)

The source of chia seeds (*Salviae hispanicae semen*) is Spanish sage (*Salvia hispanica* L.; Lamiaceae). This plant raw material is distinguished by a rich chemical composition, and is referred as "healthy food" and is included to the "functional food".

The aim of this work was the review of the scientific literature on the *S. hispanica* species, its chemical composition, biological properties, importance in the diet, and its use in medicine and cosmetology.

The rich chemical composition – particularly high content of essential unsaturated fatty acids (EFA), essential amino acids, polyphenols, as well as vitamins and bioelements, determine the valuable biological properties of chia seeds. This raw material has proven cardioprotective, antihypertensive, anti-diabetic and anti-atherosclerotic properties. Studies conducted on in vitro, animal and human models indicate that chia seeds also have neuroprotective, anti-inflammatory and antioxidant properties. The latest research also proves the immunostimulating effect and its significant role in the prevention of cancer. Numerous scientific studies confirm that the use of chia seeds can be an innovative therapeutic perspective used in the prevention and treatment of civilization diseases.

S. hispanica is also used in cosmetology. The raw materials obtained from it are an ingredient for the production of cosmetics and perfumes and aromas. In addition, chia seeds are included in the dietary supplements and are used in the food industry as an important, health-promoting ingredient in the diet, with scientifically proven safety of use.

Chia seeds are currently a raw material that is gaining popularity in the food, pharmaceutical and cosmetic industries in Europe, including Poland, not only due to its chemical composition and biological activity, but also due to its availability. Despite *S. hispanica* is a species with a very limited natural habitats (Central America), it is successfully cultivated in many parts of the world.

Keywords: *Salvia hispanica*, Spanish sage, chia, chemical composition, scientific research, traditional Chinese medicine, use in cosmetology, use in therapy, position in the food industry.

© Farm Pol, 2021, 77(11): 651–661

Wstęp

Salvia hispanica L. to roślina zielna należąca do rodzaju *Salvia* (Szałwia), rodziny *Lamiaceae* – Jasnotowate (*Labiatae* – Wargowe).

Do rodzaju *Salvia* należy około 900 gatunków występujących niemal na całym świecie (w Ameryce Północnej, Środkowej, Południowej, Afryce Południowej, Azji Południowo-Wschodniej oraz Europie) [1, 2].

W najnowszym, 10. wydaniu Farmakopei Europejskiej (European Pharmacopoeia 10th, 2020) [3] oraz w XII wydaniu Farmakopei Polskiej (FP XII) [4] znajdują się monografie surowców pozyskiwanych z następujących gatunków z rodzaju *Salvia*: *S. officinalis* – szałwia lekarska, *S. lavandulifolia* – szałwia lawendolistna, *S. triloba* – szałwia grecka, *S. miltiorrhiza* – szałwia czerwonorzeniowa (szałwia czerwonosoczna) oraz *S. sclarea* – szałwia muszkatołowa. Monografie te są dowodem, że gatunki z rodzaju *Salvia* mają cenne właściwości lecznicze [5]. *S. officinalis* jest gatunkiem od dawna wykorzystywanym w medycynie europejskiej, również w polskiej [6]. Inne wymienione gatunki (poza *S. miltiorrhiza*) wprowadzono do oficjalnego lecznictwa europejskiego i polskiego w 2008 r. (6. wydanie Farmakopei Europejskiej – European Pharmacopoeia 6th i VIII wydanie Farmakopei Polskiej) [7]. Surowcem farmakopealnym otrzymywanym z *S. officinalis* i *S. triloba* jest liść (łac. *folium*). Liście tych gatunków są źródłem kawotanoidów (estrów kwasu kawowego), które historycznie określane są jako „garbniki *Labiatae*”. Są one wykorzystywane jako surowiec o działaniu ściągającym i przeciwzapalnym [5, 6]. Surowcem pozyskiwanym z liści *S. lavandulifolia* i *S. sclarea* są olejki eteryczne. Wykazują właściwości przeciwzapalne oraz dezynfekujące [8, 9]. *S. miltiorrhiza* to wyjątkowy gatunek z rodzaju *Salvia*; jako surowiec wykorzystywany jest korzeń i kłącze (łac. *radix et rhizoma*). Surowiec jest bogaty w diterpeny (tzw. tanshinony) oraz kwas salwianolowy B. W tradycyjnej medycynie chińskiej (TCM) surowiec stosowany jest w leczeniu nadciśnienia tętniczego, choroby wieńcowej, dławicy piersiowej oraz hipercholesterolemii. Obecnie stosuje się go jako surowiec o działaniu przeciwdrobnoustrojowym. Po raz pierwszy został wprowadzony do oficjalnego lecznictwa w Europie (European Pharmacopoeia 7th) i w Polsce (Farmakopea Polska IX) w 2013 r. [10].

Wśród cennych pod względem wykorzystania gatunków z rodzaju *Salvia*, obecnie szczególnym zainteresowaniem cieszy się *Salvia hispanica* L. – chia. W przypadku tego gatunku surowcem są nasiona (łac. *Salviae hispanicae semen*). Szałwia

hiszpańska to poprawna polska nazwa botaniczna gatunku. Epitet gatunkowy „hispanica” mylnie wskazuje na hiszpańskie pochodzenie rośliny. Wynika on z błędu Karola Linneusza, który pomylił *S. hispanica* z inną rośliną rdzenną dla terenów Hiszpanii [11]. Gatunku *S. hispanica* nie należy mylić z gatunkiem *S. lavandulifolia*, który często określany jest np. w języku angielskim „spanish sage”, czyli w dosłownym tłumaczeniu właśnie „szałwia hiszpańska” [12, 13].

S. hispanica znana była już Aztekom, którzy wykorzystywali nasiona chia jako pożywienie i składnik wielu mieszanek ziołowych, mimo że nie przypisywano im żadnej konkretnej, leczniczej właściwości [14]. Olej z nasion używany był też do wytwarzania kosmetyków, do malowania jako rozpuszczalnik oraz w rytuałach religijnych. Samo słowo „chia” pochodzi od hiszpańskiego słowa *chian*, które oznacza „oleisty” [15]. Przyпуска się też, że słowo „chia” pochodzić może z języka Majów, od słowa *chihaan*, które oznacza „silny” lub „wzmacniający” [14].

„The Plant List” wymienia następujące synonimy w języku łacińskim dla gatunku *S. hispanica*: *Kiosmina hispanica* (L.) Raf., *Salvia chia* Colla, *Salvia chia* Sessé & Moc., *Salvia hispanica* var. *chionocalyx* Fernald, *Salvia hispanica* var. *intonsa* Fernald, *Salvia mexicana*, *Salvia neohispanica* Briq., *Salvia prismatic* Cav., *Salvia schiedeana* Stapf, oraz *Salvia tetragona* Moench [16].

Najpopularniejsza nazwa potoczna *S. hispanica* to chia. Na obszarze naturalnych stanowisk występowania rośliny używane są też nazwy takie jak: *chan*, *ican* i *cueruni* [14]. W języku portugalskim i hiszpańskim znana jest pod nazwą chia [17]. Inne nazwy *S. hispanica* to: *Chian*, *Salvia chia*, *Salvia chian*, *Salba*, *Black chia* [11].

S. hispanica nie ma swojej monografii w Farmakopei Europejskiej ani w żadnej farmakopei narodowej państw europejskich. Można ją natomiast znaleźć w wykazie surowców kosmetycznych – w bazie CosIng (*Cosmetic Ingredient Database*) opracowanej przez Komisję Europejską. *S. hispanica* posiada pozytywną opinię EFSA (*European Food Safety Authority*), zajmując ważną pozycję w przemyśle spożywczym [18–20].

Morfologia, naturalne stanowiska występowania i uprawy

S. hispanica jest rośliną jednoroczną. Osiąga do metra wysokości. Jej liście są wydłużone i zakończone, ułożone naprzeciwległe. Ich szerokość wynosi od 3 do 5 cm, a długość od 4 do 8 cm. Kwiaty są obupłciowe, barwy białej lub fioletowej.

Rycina 1. Wygląd morfologiczny nasion chia.

Figure 1. Morphological appearance of chia seeds.

Są ułożone w okółkach i mają budowę wargową, charakterystyczną dla rodziny *Lamiaceae*. Osiągają wymiary 3–4 mm. Nasiona są owalnego kształtu i osiągają długość od 1 do 2 mm. Kolor nasion może być zarówno jednolity, jak i mieszany, nakrapiany (**rycina 1**) [2, 15, 21]. Mogą mieć różną barwę, od białej poprzez szarą, aż do czarnej. Białe nasion jest cechą recesywną uwarunkowaną przez pojedynczy gen. Cecha ta została „wyeksponowana” przez niektórych hodowców chia. Przykładem jest odmiana hodowlana *Salvia hispanica* cv. (*cultivar*) Salba®. Wytwórca deklaruje, że białe nasiona chia mają większą i stabilniejszą zawartość kwasów tłuszczowych omega-3, zwłaszcza kwasu α -linolenowego (ALA), niż nasiona o ciemniejszej barwie [11, 22].

Wybrane na potrzeby upraw cechy odróżniające odmiany hodowlane od dzikich odmian *S. hispanica* obejmują: rozmiar, kolor i powierzchnię nasion, dominację wierzchołkową, zwiększoną liczbę rozgałęzień, zwiększoną długość kwiatostanu i wysokość kielichów oraz skrócone pokwitanie. Zamknięte kielichy, to najważniejsza cecha dla prowadzenia sztucznych upraw. Zapobiega ona rozsiewaniu nasion i skutecznie eliminuje przeżycie udomowionych odmian poza hodowlą [14].

S. hispanica jest gatunkiem rdzennym dla terenów dzisiejszego południowego Meksyku i Gwatemali. Występuje w klimacie tropikalnym i subtropikalnym. Jej naturalne stanowiska znajdują się głównie na obszarach górskich. Wzrost rośliny przebiega prawidłowo na

glebach piaszczysto-gliniastych i ilowo-gliniastych o dobrych warunkach drenażowych [23].

Meksyk jest obecnie największym producentem nasion chia na świecie. Jednak *S. hispanica* na skalę przemysłową uprawiana jest prawie na całym świecie: w Ameryce Południowej (w Argentynie, Boliwii, Brazylii, Ekwadorze, Kolumbii, Paragwaju i Peru), w Ameryce Środkowo-Północnej (w Gwatemali, Hondurasie, Meksyku, Nikaragui i Panamie), USA, w Europie i Australii. W Europie uprawa nasion *S. hispanica* prowadzona jest w szklarniach. Według danych z 2014 r. obszar sztucznych upraw *S. hispanica* na świecie obejmował 370 000 hektarów łącznie w 33 krajach [2, 23].

Skład chemiczny nasion *S. hispanica*

Surowcem pozyskiwanym na skalę przemysłową z *S. hispanica* są głównie nasiona. Nasionom chia przypisuje się wysoką wartość odżywczą, szczególnie dzięki wysokiej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i błonnika pokarmowego. W nasionach występuje też pełnowartościowe białko, wiele związków fenolowych, makro- i mikroelementów oraz witamin [23].

Zawartość składników odżywczych w nasionach chia różni się w zależności od obszaru, na którym była uprawiana roślina, jego położenia nad poziomem morza, ilości, częstotliwości i intensywności opadów deszczu, temperatury oraz warunków glebowych [24].

Tabela 1. Zawartość głównych nienasyconych kwasów tłuszczowych [g/100g suchych nasion] w nasionach *S. hispanica* w zależności od pochodzenia.

Table 1. Content of major unsaturated fatty acids [g/100g dry seeds] in *S. hispanica* seeds depending on their origin.

Kwas tłuszczowy			Pochodzenie nasion chia	Piśmiennictwo
Kwas α-linolenowy	Kwas linolowy	Kwas oleinowy		
61,90	19,90	7,50	Zachodni Meksyk (Sinaloa)	[27]
63,40	19,80	8,20	Środkowo-Zachodni Meksyk (Jalisco)	[27]
63,79	18,89	7,30	b.d.*	[2, 31]
61,92	18,99	6,77	Francja	[29]
60,94	19,16	6,87	Francja	[29]
62,02	17,36	10,55	Południowo-Wschodnia Brazylia (Jacareia)	[30]
64,60	18,60	6,80	Argentyna	[31]

* b.d. – brak danych

Tłuszcze stanowią od 30 do 33% nasion *S. hispanica* [2]. Zbudowane są głównie (w 80%) z niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) (tabela 1). Dominującymi ilościowo kwasami są: kwas α-linolenowy (ALA), należący do kwasów tłuszczowych omega-3, stanowiący około 60% puli kwasów tłuszczowych i kwas linolowy (LA), należący do kwasów tłuszczowych omega-6, stanowiący ok. 20% tłuszczów [25]. Stosunek kwasów omega-6 do omega-3 w nasionach chia jest bardzo korzystny i wynosi około 0,3–0,35 [23]. Kwasy tłuszczowe jednonienasycone w nasionach chia stanowią około 10% puli

kwasów tłuszczowych, ze zdecydowaną przewagą kwasu oleinowego. Pozostałe 10% stanowią kwasy tłuszczowe nasycone – kwas palmitynowy i kwas stearynowy (rycina 2) [26].

Węglowodany stanowią od 26 do 41% masy nasion *S. hispanica* [2]. Nasiona zawierają około 30–34% błonnika pokarmowego (mieszaniny związków składających się z roślinnych polimerów węglowodanowych, zarówno oligosacharydów, jak i polisacharydów, np. celulozy, hemiceluloz, substancji pektynowych i śluzów roślinnych, które mogą być związane z ligniną i innymi składnikami niewęglowodanowymi) [32]. Frakcja

Rycina 2. Struktura chemiczna głównych kwasów tłuszczowych występujących w nasionach chia.

Figure 2. Chemical structure of the major fatty acids found in chia seeds

Tabela 2. Zawartość poszczególnych makroelementów i mikroelementów [mg/100g suchych nasion] w nasionach *S. hispanica*
Table 2. Content of individual macroelements and microelements [mg/100g dry seed] in *S. hispanica* seeds.

Sole mineralne						Piśmiennictwo
Żelazo (Fe)	Cynk (Zn)	Mangan (Mn)	Miedź (Cu)	Molibden (Mo)	Selen (Se)	
7,72	4,58	2,72	0,92	0,20	0,06	[15]
7,69–9,39	3,65–3,76	2,48–4,05	0,63–1,32	–	–	[34]
10,9–24,4	6,0–6,9	–	–	–	0,08	[35]
11,73–14,27	0,60–10,00	–	1,87–2,42	–	–	[36]
9,18	6,47	3,79	1,86	–	–	[37]
Fosfor (P)	Wapń (Ca)	Potas (K)	Magnez (Mg)	Sód (Na)	Siarka (S)	
860	631	407	335	16	–	[2,16]
530–640	430–480	550–620	330–350	140–150	150–200	[34]
696–799	580–624	666–870	369–403	–	–	[35]

nierozpuszczalna błonnika stanowi około 85–93%, a błonnik rozpuszczalny około 7–15%. Pod względem zawartości błonnika pokarmowego, nasiona chia przewyższają suszone owoce innych gatunków roślin, płatki zbożowe czy orzechy, które są uznanym, popularnym źródłem błonnika w diecie [23].

Białka stanowią od 15 do 25% masy nasion. Zawartość białek w nasionach *S. hispanica* jest większa niż zawartość białek w innych gatunkach zbóż (na przykład w nasionach kukurydzy zawartość białka wynosi 9,4%, w ryżu – 6,5%, w komosie ryżowej – 14,1%, w pszenicy – 12,6%). Frakcja białkowa nasion chia zawiera „komplet” aminokwasów egzogennych [2]. Wśród aminokwasów występujących w nasionach *S. hispanica*, dominującym jest kwas glutaminowy (3,50 g/100 g suchych nasion). Wysoki odsetek stanowi też arginina (2,14 g/100 g suchych nasion) i kwas asparaginowy (1,69 g/100 g suchych nasion). Leucyna, seryna, alanina i fenyloalanina znajdują się w nasionach w ilości poniżej 1 g/100 g suchych nasion. W nasionach *S. hispanica* występują także związki o charakterze polifenoli, takie jak: kwasy fenolowe (kwas galusowy, kwas kawowy, kwas ferulowy, kwas *p*-kumarowy), depsydy (kwas chlorogenowy, kwas rozmarynowy), flawonoidy (apigenina, kemferol, kwercetyna, myricetyna, rutozyd), izoflawony (daidzeina, glicytyna, genisteina, genistyna) oraz pochodne katechiny (m.in. katechina i epikatechina) [2, 21, 32].

W nasionach obecne są też w niewielkiej ilości sterole: kampesterol (472 mg/kg), stigmasterol (1248 mg/kg), β -sitosterol (2057 mg/kg) i Δ^5 -avenasterol (355 mg/kg) [33].

W nasionach chia występują w znacznych ilościach cenne biopierwiastki, w tym makroelementy takie jak: fosfor, żelazo, mangan, wapń,

potas, magnez, sód czy siarka i mikroelementy, takie jak: cynk, miedź, molibden i selen (**tabela 2**).

Nasiona *S. hispanica* zawierają witaminy A, C i E oraz witaminy z grupy B. Zawartość poszczególnych witamin w 100 g suchych nasion chia wg Knez Hrnčič i in. wynosi: witamina B₃ – 8,83 mg, witamina C – 1,6 mg, witamina B₁ – 0,62 mg, witamina E – 0,50 mg, witamina B₂ – 0,17 mg, witamina A – 54 μ g [2]. Ponadto zawartość witaminy E została dokładniej określona z podziałem na poszczególne tokoferole i wynosi odpowiednio: α -tokoferol (8 mg/kg lipidów), γ -tokoferol (422 mg/kg lipidów) i δ -tokoferol (15 mg/kg lipidów) [33].

Skład chemiczny liści *S. hispanica*

Z wykonanego przeglądu piśmiennictwa wynika, że prace badawcze nad gatunkiem *S. hispanica* skupiają się na surowcu, jakim są nasiona. Niewiele jest badań nad składem chemicznym liści, a także innych niż nasiona częściach rośliny.

W 2015 r. w University of Basilicata w Potenzie (Włochy) Amato i in. wykazali obecność w liściach *S. hispanica* flawonoidów oraz pochodnych kwasu hydroksycynamonowego. Spośród flawonoidów stwierdzono obecność flawonów (apigeniny, luteoliny, orientyny i witeksyny), a także flawonoli (pochodnych kwercetyny, kemferolu). Ponadto, badacze wyizolowali i zidentyfikowali dwa wcześniej nieznane w rodzinie *Lamiaceae* związki – acetylowe pochodne witeksyny i orientyny. Z pochodnych kwasu hydroksycynamonowego, w liściach *S. hispanica* potwierdzono obecność kwasu kawowego, kwasu *p*-kumarowego oraz kwasu rozmarynowego [38].

Aktywność biologiczna nasion *S. hispanica* potwierdzona badaniami naukowymi

Liczne badania naukowe przeprowadzone na modelach *in vitro*, na zwierzętach oraz badania kliniczne udowadniają wielokierunkowe działanie biologiczne nasion *S. hispanica*, potwierdzające ich cenne właściwości prozdrowotne i terapeutyczne, m.in.: hipolipemizujące, hipoglikemizujące, hipotensyjne, przeciwzapalne, obniżające masę ciała, poprawiające funkcjonowanie przewodu pokarmowego, hepatoprotekcyjne oraz zapobiegające kamicy nerkowej. W tabeli 3 zestawiono kierunki aktywności nasion chia wynikające z analizy danych naukowych.

Działanie hipoglikemiczne, hipotensyjne, hipolipemiczne oraz redukujące tkankę tłuszczową Badania na zwierzętach

Naukowcy z University of Campinas w Campinas (São Paulo, Brazylia) przeprowadzili badania mające na celu ocenę wpływu spożywanych nasion chia na wskaźniki metabolizmu wybranych węglowodanów. Badania wykazały, że szczury karmione dietą wysokotłuszczową i bogatą w fruktozę, w której olej sojowy zastąpiono olejem z nasion chia, lub dietą wysokotłuszczową i wysokofruktozową zawierającą 13,3% nasion chia, charakteryzowały się większą tolerancją zarówno glukozy, jak i wysokiego poziomu insuliny w porównaniu ze szczurami karmionymi standardową dietą wysokotłuszczową i wysokofruktozową. Efekt ten zaobserwowano zarówno podczas krótkoterminowych (6-tygodniowych), jak i długoterminowych (12-tygodniowych) dietetycznych interwencji. Udowodniono także spadek stężenia niezastrzyfikowanych kwasów tłuszczowych we krwi u grupy zwierząt spożywających nasiona *S. hispanica*. Ponadto stwierdzono spadek stężenia markerów uszkodzenia hepatocytów, tj. transaminazy alaninowej (ALT) i transaminazy asparaginianowej (AST), których wysokie stężenia były spowodowane dietą wysokotłuszczową i wysokofruktozową [39].

W badaniach przeprowadzonych w University of Litoral w Santa Fe (Argentyna) wykazano korzystny wpływ nasion *S. hispanica* na profil lipidowy u szczurów. Szczury karmione dietą o wysokiej zawartości sacharozy i zawierającej 2,6% nasion chia w pożywieniu, miały niższe stężenie trójglicerydów, niezastrzyfikowanych kwasów tłuszczowych i cholesterolu całkowitego w porównaniu ze szczurami karmionymi tą samą dietą bez dodatku nasion. Dodatek nasion chia do diety pozytywnie wpływał na zmieniony

szlak metaboliczny glukozy i zmniejszał odkładanie kolagenu w sercu dyslipidemicznych, opornych na insulinę szczurów karmionych dietą bogatą w sacharozę. W badaniu tym nie stwierdzono zmian stężenia glukozy we krwi. Dodatkowo, u szczurów spożywających nasiona chia zaobserwowano zmniejszenie grubości trzewnej tkanki tłuszczowej [40,41].

Późniejsze badania w tym samym ośrodku potwierdziły korzystny wpływ nasion *S. hispanica* na profil lipidowy. Zastąpienie oleju kukurydzianego jako źródła tłuszczów w bogatocukrowej diecie nasionami chia zapobiegało (w grupie, gdzie zmiana była wprowadzona od początku doświadczenia) lub poprawiało i normalizowało (w grupie, w której zmiana została wprowadzona po trzech miesiącach) dyslipidemię, stężenie trójglicerydów w wątrobie, syntazy kwasów tłuszczowych, aktywność karboksylazy acetylo-CoA i dehydrogenazy glukozy-6-fosforanu oraz aktywność oksydazy kwasów tłuszczowych i palmitoilotransferazy karnitynowej [31].

Zespół naukowców z Federal University of Viçosa w Viçosa (Brazylia) wykazał na podstawie swoich badań, że grupy szczurów otrzymujące dietę zawierającą nasiona lub mąkę z nasion *S. hispanica* miały we krwi niższe stężenie: trójglicerydów, cholesterolu całkowitego, lipoprotein o niskiej gęstości (LDL) i lipoprotein o bardzo niskiej gęstości (VLDL) w porównaniu z grupami kontrolnymi otrzymującymi odpowiednio dietę kazeinową oraz aproteinową. Ponadto u szczurów karmionych dietą zawierającą nasiona lub mąkę z nasion chia stwierdzono zwiększone, w porównaniu z osobnikami stanowiącymi kontrolę, stężenie lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL). W badaniu stwierdzono również hipoglikemiczne działanie nasion *S. hispanica* [42].

Fonte-Faria i in. z Rio de Janeiro State University (Brazylia) zbadali wpływ suplementacji diety olejem z nasion *S. hispanica* na skład masy ciała i sygnalizację insulinową w mięśniach szkieletowych otyłych myszy. Myszy, które wraz z dietą otrzymywały olej z nasion chia, wykazywały zmniejszone gromadzenie tkanki tłuszczowej i zwiększoną beztłuszczową masę. Ponadto miały lepsze poziomy glukozy we krwi i tolerancję insuliny oraz zwiększony poziom lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL) (tabela 3) [41].

Badania kliniczne

Wpływ spożycia zmielonych nasion chia na poziom wybranych kwasów tłuszczowych we krwi u kobiet po menopauzie został oceniony w badaniu przeprowadzonym w Appalachian State University w Kannapolis (Karolina Północna, USA) [37]. Wykazano, że codzienne spożycie 25 g nasion chia

Tabela 3. Kierunki działania biologicznego nasion *S. hispanica*.
Table 3. Directions for the biological activities of *S. hispanica* seeds.

Działanie	Surowiec	Mechanizm	Piśmiennictwo
hipolipemizujące, hipoglikemizujące	olej z nasion chia, nasiona chia	obniżenie stężenia: TG, TC, LDL, VLDL, wzrost stężenia HDL poprzez hamowanie reduktazy 3-hydroksy-3-metyloglutarylokoenzymu A (HMG-CoA), blokowanie szlaku metabolicznego mewalonianu, obniżenie stężenia ALT, ASP, poprawa funkcji wątroby, poprawa poziomu glikemii poposiłkowej	[23, 31, 44, 53, 54]
hipotensyjne	nasiona chia, mąka z nasion chia, olej z nasion chia	obniżenie ciśnienia skurczowego	[2, 23, 41, 43]
obniżające masę ciała	nasiona chia	hamowanie adipogenezy i obniżenie poziomu ekspresji białka PPAR γ	[44, 53]
poprawiające funkcjonowanie przewodu pokarmowego	nasiona chia	poprawa wchłaniania składników odżywczych, szczególnie Fe i Zn, nasilenie procesów fermentacyjnych w jelitach, produkcja krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych przez bakterie jelitowe, zwiększenie powierzchni kosmków jelitowych, proliferacja enterocytów, działanie bifidogenne	[55]
neuroprotektoryjne	olej z nasion chia	ochronny wpływ na komórki mikrogleju (HMC3)	[54]
zapobiegające kamicy nerkowej	ekstrakt metanolowy z nasion chia	obniżenie poziomu kreatyniny, mocznika oraz kwasu moczowego w surowicy krwi	[56]
hepatoprotektoryjne	nasiona chia	redukcja ilości tłuszczu wewnątrztrawobowego	[57]
przeciwzapalne	nasiona chia	obniżenie poziomu białka C-reaktywnego (CRP), markerów stanu zapalnego: TNF- α , tlenku azotu (NO), nadtlenu wodoru (H_2O_2) oraz interleukiny 6 (IL-6), aktywność przeciwnadciśnieniowa i zdolność do hamowania lipooksygenazy-5 (5-LOX) i cyklooksygenazy 1 i 2 (COX-1 i COX-2)	[2, 15, 50]

podczas 7-tygodniowej diety u badanych kobiet powodowało wzrost stężenia we krwi kwasu α -linolowego (ALA) o 138% i kwasu eikozapentaenowego o 30%. Nie stwierdzono różnic w poziomach kwasów dokozapentaenowego i dokozahexaenowego [37].

Naukowcy z Federal University of Paraíba w João Pessoa (Brazylia) przeprowadzili badanie, którego celem było sprawdzenie wpływu suplementacji diety mąką z nasion *S. hispanica* na ciśnienie krwi i związane z nim czynniki kardiometaboliczne u leczonych i nieleczonych osób z nadciśnieniem. Pacjenci z nadciśnieniem zostali losowo przydzieleni do jednej z następujących grup: leczonych lekiem, nieleczonych i stosujących placebo. Wszyscy pacjenci spożywali dziennie 35 g mąki z nasion chia lub placebo przez 12 tygodni. W grupie osób leczonych lekiem i suplementujących dietę mąką z nasion *S. hispanica* stwierdzono spadek średniego ciśnienia tętniczego krwi ze 111,3 do 100,1 mmHg. W grupie osób nieleczonych, a stosujących mąkę stwierdzono średni spadek ciśnienia skurczowego ze 146,8 do 137,3 mmHg. W grupie osób przyjmujących placebo, nie zaobserwowano zmian w ciśnieniu krwi [43].

Badanie przeprowadzone w Clinical Nutrition and Risk Factor Modification Centre w St. Michael's Hospital w Toronto (Kanada) z udziałem pacjentów z cukrzycą typu 2 wykazało, że dzienna podaż nasion *S. hispanica* w ilości 15 g/1000 kcal przez 12 tygodni skutkowała statystycznie istotnym zmniejszeniem stężenia białka C-reaktywnego o wysokiej wrażliwości (hs-CRP) (o 40%)

i współczynnika von Willebranda (o 21%), który jest składnikiem krwi, biorącym udział w jej krzepnięciu. Skurczowe ciśnienie krwi u badanych pacjentów spadło średnio o 6,3 mmHg. W badaniu nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w poziomach glukozy we krwi ani parametrach profilu lipidowego we krwi (cholesterol całkowity, LDL, HDL, trójglicerydy) [44]. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że za hipotensyjne działanie nasion chia mogą być odpowiedzialne hydrolizaty ich białek, które wykazują działanie hamujące konwertazę angiotensyny (ACE) [45, 46].

Działanie zmniejszające glikemię poposiłkową poprzez suplementację diety nasionami chia zostało potwierdzone w badaniach przeprowadzonych w Clinical Nutrition and Risk Factor Modification Center w Toronto (Kanada). Wykazano, że efekt ten jest zależny od dawki. Osoby spożywające chleb wzbogacony nasionami chia miały niższą glikemię poposiłkową w porównaniu z osobami spożywającymi chleb bez tego dodatku. Najniższy poziom glikemii stwierdzono u osób spożywających chleb z dodatkiem 24 g, a najwyższy z dodatkiem 7 g nasion chia. Autorzy badania zasugerowali, że za działanie hipoglikemiczne nasion może być odpowiedzialny zawarty w nich błonnik [47].

W tym samym ośrodku badawczym przeprowadzono także badanie, którego celem była ocena wpływu suplementacji diety nasionami *S. hispanica* na masę ciała, otyłość trzewną i czynniki ryzyka związane z otyłością u osób dorosłych z nadwagą lub z otyłością i z cukrzycą typu 2. Badanych pacjentów podzielono na dwie

grupy; obie grupy stosowały dietę o ograniczonej liczbie kalorii. Pierwsza grupa otrzymywała 30 g/1000 kcal/dzień nasion *S. hispanica*, a druga, kontrolna, 36 g/1000 kcal/dzień otrębów pszennych. Pierwszorzędnym uzyskanym efektem była zmiana masy ciała w ciągu 6 miesięcy. Kolejne efekty końcowe obejmowały: zmiany obwodu talii, składu ciała, kontroli glikemii, stężenia białka C-reaktywnego i hormonów sytości związanych z otyłością. Po 6 miesiącach w grupie przyjmującej nasiona *S. hispanica* zaobserwowano większy spadek wagi (1,9 kg) w porównaniu z grupą kontrolną (0,3 kg), a także większą utratę obwodu talii (odpowiednio o 3,5 cm i 1,1 cm) (**tabela 3**) [48].

Działanie antyoksydacyjne Badania in vitro

Naukowcy z State University of Maringá w Maringá (Brazylia) wykazali w badaniach *in vitro*, że składniki nasion *S. hispanica* są zdolne do dezaktywacji rodników kationowych ABTS^{•+} (kwas 2,2'-azyno-bis(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonowy)), a także wykazują zdolność do usuwania syntetycznych rodników DPPH[•] (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl) i redukcji jonów żelaza (III) (test *ferric reducing antioxidant power*, FRAP). Wydajność przeciwutleniaczy w próbkach oznaczona za pomocą testów ABTS^{•+}, DPPH[•] i FRAP została obliczona w mmol równoważnej zdolności antyoksydacyjnej referencyjnego przeciwutleniacza – troloksu na gram próbki). Wynosiła odpowiednio: 2,56 dla ABTS^{•+}, 1,72 dla DPPH[•] oraz 2,86 dla FRAP [49].

Aktywność antyoksydacyjna składników nasion chia została również zbadana przez naukowców z National Autonomous University of Mexico (Meksyk). Potwierdzono aktywność antyoksydacyjną hydrolizowanych i surowych ekstraktów z nasion chia w teście ABTS^{•+}, a także zaobserwowano zahamowanie peroksydacji lipidów oraz zahamowanie utleniania β-karotenu w systemie modelowym β-karotenu i kwasu linolowego. Zdolność antyoksydacyjną nasion *S. hispanica* określono jako porównywalną do zdolności antyoksydacyjnej troloksu zastosowanego jako substancja referencyjna. W tym doświadczeniu potwierdzono też aktywność antyoksydacyjną oleju z nasion *S. hispanica*, stosowanego w modelowej emulsji spożywczej typu woda/olej (**tabela 3**) [50].

Badania na zwierzętach

W University of Campinas w Campinas (São Paulo, Brazylia) przeprowadzono badanie, które miało na celu ocenę wpływu nasion i oleju z nasion *S. hispanica* w diecie na stan oksydacyjny osocza i wątroby u otyłych szczurów. Stwierdzono, że wśród szczurów spożywających zmielone nasiona

lub olej z nasion chia, statystycznie istotnie wzrasta aktywność enzymów przeciwutleniających w osoczu, tj. katalazy (CAT) i peroksydazy glutationowej (GPx), a także wzrasta stężenie glutationu (GSH) w porównaniu z grupą kontrolną (otrzymującą standardową dietę bogatą w tłuszcze i fruktozę). W wątrobach zwierząt doświadczalnych aktywność reduktazy glutationowej (GRd) była zwiększona, podczas gdy aktywność CAT i GPx nie ulegała zmianie. Ponadto, u zwierząt otrzymujących dietę z nasionami lub olejem z nasion stwierdzono zmniejszenie stężenia biomarkerów peroksydacji lipidów we krwi: 8-izoprostanu i TBARS (substancje reagujące z kwasem tiobarbiturowym, powstające jako produkt uboczny peroksydacji lipidów) w porównaniu z grupą kontrolną. Zdolność antyoksydacyjna w osoczu i wątrobie była wyższa u zwierząt doświadczalnych przyjmujących nasiona i olej z nasion *S. hispanica* odpowiednio o 35% i 47%, w porównaniu z grupą kontrolną (**tabela 3**) [51].

Działanie nawilżające skórę

Naukowcy z Korea University College of Medicine w Ansan (Korea Południowa) przeprowadzili badanie oceny korzyści miejscowego stosowania na skórę produktów bogatych w kwasy omega-3. Do przeprowadzenia badania sporządzano emulsję typu olej/woda, zawierającą 4% oleju z nasion *S. hispanica*. Testy przeprowadzono na pięciu zdrowych ochotnikach z objawami świądu kserotycznego i 5 pacjentach ze świądem spowodowanym przez schyłkową niewydolność nerek lub cukrzycę. Po 8 tygodniach stosowania, u wszystkich pacjentów zaobserwowano znaczną poprawę nawilżenia skóry, a także poprawę funkcji bariery przepuszczalności naskórka, ocenione parametrami transepidermalnej utraty wody i nawilżenia skóry. Zastosowanie miejscowego preparatu z olejem z nasion chia znacznie poprawiało stan skóry i osłabiało objawy świądowe u wszystkich pacjentów. Nie stwierdzono żadnych działań niepożądanych [52].

Zastosowanie *S. hispanica* w kosmetologii

CosIng (*Cosmetic Ingredient Database*) jest bazą danych opracowaną przez Komisję Europejską, zawierającą informacje na temat substancji kosmetycznych dopuszczonych zgodnie z europejskimi aktami prawnymi w produkcji kosmetyków. W bazie CosIng znajduje się sześć surowców pozyskiwanych z *S. hispanica* [20]. Są to całe i sproszkowane nasiona, ekstrakt i olej z nasion chia oraz ekstrakt i olej z ziela *S. hispanica*. CosIng informuje też o profilu aktywności surowców – zastosowaniu peelingującym i zmiękczającym nasion oraz nawilżającym

i odżywczym oleju z nasion. Ponadto, olej i ekstrakt z ziela mają zastosowanie aromatyzujące i są rekomendowane do produkcji perfum i aromatów.

Surowce z *S. hispanica* wykorzystywane są szczególnie do produkcji tzw. kosmetyków naturalnych i wegańskich [58]. Kosmetyki te są obecnie powszechnie dostępne. Najczęściej w składzie kosmetyków pojawia się olej oraz ekstrakt z nasion chia. Olej z nasion chia jest też sprzedawany jako osobny produkt kosmetyczny. Ekstrakt i olej z nasion są składnikami wielu kosmetyków, takich jak: kremy do rąk i twarzy, olejki do twarzy, maseczki, podkłady, płyny micelarne, balsamy do ciała, żele pod prysznic, mydła, dezodoranty, szampony, odżywki do włosów. Pełnią w tych kosmetykach głównie funkcje odżywcze i nawilżające [59]. Po surowce pochodzące z *S. hispanica* sięgają m.in. takie polskie firmy jak: Lirene, Delia, Bielenda, Farmona, Beliso, BeBio Cosmetics, Hagi Cosmetics, Resibo, Miya, Alkemie, Oceanic, Iossi, Soraya, Apis, Be the Sky Girl, Miodowa Mydlarnia, Bioline, Nova Kosmetyki czy Vende (Natural Me). Kosmetyki bazujące na *S. hispanica* widnieją też w ofercie wielu firm zagranicznych, szczególnie koreańskich (Holika, Suntique, Mizon, Skin79), niemieckich (Isana, Henkel, Balea, Lavera), angielskich (Revolution, Beauty Formulas, Natural World), chorwackich (Sapunoteka), francuskich (Nuxe), australijskich (Sukin, Eco by Sonya), amerykańskich (Kiehl's), a także rosyjskich (Cafe Mimi).

Zastosowanie nasion chia w przemyśle spożywczym

Wartość kaloryczna 100 g suchych nasion chia wynosi 486 kcal. Nasiona chia cieszą się dużą popularnością w produkcji żywności, albowiem zawierają korzystne dla zdrowia składniki: tłuszcze (30–33%), białka (15–25%), węglowodany (26–41%), witaminy, sole mineralne oraz błonnik pokarmowy (18–30%) [2, 54]. Nasiona chia uzyskały w 2009 r. pozytywną opinię Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) dotyczącą bezpieczeństwa stosowania [19, 20]. W nasionach chia nie stwierdzono obecności mykotoksyn ani przekroczenia maksymalnych poziomów metali ciężkich [21]. Komitet Doradczy ds. Nowej Żywności i Procesów (*Advisory Committee on Novel Foods and Processes*) w Wielkiej Brytanii podaje, że średnie spożycie nasion chia u dorosłych powinno wynosić około 2,1 g dziennie, a maksymalnie 12,9 g (jest to w przybliżeniu łyżka stołowa). Średnie spożycie dla dzieci w wieku od 1,5 do 4,5 lat powinno wynosić 1,1 g dziennie (maksymalnie 3,2 g dziennie). Między 4,5 a 19 rokiem życia codzienne spożycie powinno wynosić maksymalnie 4,3 g dziennie [25].

Nasiona chia są stosowane w przemysłowej produkcji żywności w postaci: całych nasion, mielonych nasion, mąki z nasion lub oleju z nasion [2, 23]. Nasiona chia mogą stanowić dodatek do różnych produktów spożywczych, takich jak: soki, jogurty, ciasta, ciastka, pieczywo, makarony, lody, desery, płatki śniadaniowe, a nawet kiełbasy i szynki. Na rynku dostępny jest także spożywczy olej z nasion chia, polecany jako dodatek do kanapek, sałatek, twarogu, past itp.

Ze względu na właściwości hydrofilowe nasion chia, w przemyśle są one stosowane jako zamienniki dla jaj i tłuszczu [60, 61]. Nasiona chia zapewniają żywności charakterystyczną żelową konsystencję. Nasiona mogą wchłaniać wodę w ilościach nawet 12-krotnie przewyższających ich własną masę [62]. Śluz wytwarzany przez nasiona chia wykazuje zdolność do stabilizowania emulsji, jednak na moc tej zdolności ma wpływ skład emulsji, a w porównaniu z innymi hydrokoloidami, takimi jak guma arabska, modyfikowana skrobia i celuloza, śluz z nasion chia ma niski wskaźnik aktywności emulgującej. Śluz uzyskany z nasion chia jest też źródłem polisacharydów, głównie celulozy, przez co może znaleźć zastosowanie w produkcji jadalnych filmów i powłok [2, 24].

Nasiona chia stosowane są przez osoby będące na diecie wegetariańskiej i wegańskiej. Stanowią dobre źródło kwasów omega-3 (oraz mają korzystny stosunek kwasów omega-3 do kwasów omega-6), dlatego są powszechnie stosowane przez osoby stosujące diety bazujące na roślinach [63]. Ponadto, nasiona chia są także cennym składnikiem wykorzystywanym przy zwiększaniu wartości odżywczej diet bezglutenowych. Dużą popularnością cieszy się zastępowanie mąki pszennej mąką odtłuszczoneą z nasion chia, która zawiera więcej białka, błonnika pokarmowego oraz bioaktywnych związków.

W badaniu przeprowadzonym przez Martinez i in. testowano różnice we właściwościach odżywczych oraz sensorycznych pomiędzy wypiekiem ciastek z mąki pszennej a wypiekiem z odtłuszczonej mąki z nasion chia, sezamu, siemienia lnianego i maku. Ciastka pieczone z wykorzystaniem mąki z różnych rodzajów odtłuszczonych nasion zawierały dwa razy więcej białka w porównaniu z ciastkami z mąki pszennej. Podobnie zawartość błonnika pokarmowego i białka była najwyższa w ciastkach na bazie mąki z nasion chia [64].

Podsumowanie

S. hispanica to gatunek od dawna wykorzystywany tradycyjnie w Ameryce Środkowej w celach żywieniowych i leczniczych. W ostatnim czasie nasiona chia niewątpliwie są jednym

z najpopularniejszych środków dietetycznych. W świetle opisanych powyżej danych są również cennym surowcem wykorzystywanym w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym.

Szerokie spektrum prozdrowotnego działania nasion *S. hispanica* i cenne właściwości wynikają z ich bogatego składu chemicznego, szczególnie wysokiej zawartości NNKT, aminokwasów egzogennych, polifenoli oraz witamin i biopierwiastków. Ze względu na opisany skład, nasiona *S. hispanica* powiązane zostały z różnymi korzystnymi dla zdrowia człowieka efektami terapeutycznymi. Surowiec ten uznawany jest jako środek kardioprotekcyjny, hipotensyjny, przeciwcukrzycowy i przeciwmiażdżycowy. Badania przeprowadzone na modelach *in vitro*, na zwierzętach oraz na ludziach wskazują, że nasiona chia mają też właściwości neuroprotektoryjne, przeciwzapalne i antyoksydacyjne. Najnowsze badania dowodzą, że nasiona chia mają działanie immunostymulujące i mogą być wykorzystywane w profilaktyce chorób nowotworowych. Zastosowanie nasion chia może być innowacyjną perspektywą terapeutyczną, mającą zastosowanie w profilaktyce i poprawie przebiegu wielu chorób cywilizacyjnych, stanowiących globalny problem zdrowotny.

Nasiona chia są obecnie składnikiem coraz bardziej popularnym w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym, nie tylko ze względu na bardzo wartościowy skład chemiczny i aktywność biologiczną, ale i na dostępność. Mimo że *S. hispanica* ma bardzo ograniczony naturalny zasięg występowania (Ameryka Środkowa), to z powodzeniem jest uprawiana w wielu rejonach świata. Obecnie nasiona chia oraz produkty zawierające ekstrakt lub olej z nasion, lub ziela *S. hispanica* można kupić bez problemu w aptekach, sklepach ze zdrową żywnością, hipermarketach, sklepach kosmetycznych, a także w sklepach internetowych. Są one składnikiem suplementów diety, kosmetyków oraz stosowane są jako dodatek do różnych produktów spożywczych.

Walory tej rośliny leczniczej bez wątpienia zasługują na szczególną uwagę i zainteresowanie nie tylko konsumentów, ale również farmaceutów i lekarzy.

Piśmiennictwo

- Lu Y, Foo L.Y. Polyphenolics of Salvia - a review. *Phytochemistry* 2002; 59(2):117-140.
- Hrnčič K, Ivanovski C. Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): An Overview—Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules* 2019; 25(1): 11.
- European Pharmacopoeia 9.0; European Directorate for the Quality of Medicines: Strasbourg. 2017. Dostępny w internecie: <https://www.edqm.eu/>. Dostęp 10.10.2021.
- Farmakopea Polska X; Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych: Rzeczpospolita Polska. 2014.
- Lopresti AR. *Salvia* (Sage): A Review of its Potential Cognitive-Enhancing and Protective Effects. *Drugs R D*. 2017; 53-64.
- Ghorbani A, Esmailizadeh M. Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *J. Tradit. Complement. Med*. 2017; 433-440.
- Farmakopea Polska XI; Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych: Rzeczpospolita Polska. 2017. Dostępny w internecie: <http://www.urpl.gov.pl/urz%C4%85d/farmakopea>. Dostęp 12.10.2021.
- Porres-Martinez M, Accame M, Gómez-Serranillos M. Pharmacological activity of *Salvia lavandulifolia* and chemical components of its essential oil. A Review. *Lazaroa*. 2013; 237-254.
- Yang H.J, Kim K.Y, Kang P, Lee H.S, Seol G.H. Effects of *Salvia sclarea* on chronic immobilization stress induced endothelial dysfunction in rats. *BMC Complement. Altern. Med*. 2014; 14: 396.
- Su C.Y, Ming Q.L, Rahman K, Han T, Qin L.P. *Salvia miltiorrhiza*: Traditional medicinal uses, chemistry, and pharmacology. *Chin. J. Nat. Med*. 2015; 163-182.
- Baldivia A.S. A Historical Review of the Scientific and Common Nomenclature Associated with Chia: From *Salvia hispanica* to *Salvia mexicana* and Chia to Salba. *Agric. Res. Technol. Open Access J*. 2018.
- Caflliguer S, Iglesias J, Hamburger M, Hostettmann K. *Salvia lavandulifolia* ssp. *lavandulifolia*. *Phytochemistry* 1989; 55: 30780.
- An official website of the European Union - *S. lavandulifolia*. Dostępny w internecie: https://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/cosing_en. Dostęp 20.10.2021.
- Cahill J.P. Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica* L. (*Lamiaceae*). *Econ. Bot.* 2003; 57: 604-618.
- Ullah R, Nadeem M, Khalique A, Imran M, Mehmood S, Javid A, Hussain J. Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica* L.): a review. *J. Food Sci. Technol.* 2016; 53: 1750-1758.
- The Plant List - *S. hispanica*. Dostępny w internecie: <http://the-plantlist.org/tp11.1/record/kew-182829>. Dostęp 20.10.2021.
- World Flora Online - A Project of the World Flora Online Consortium. Dostępny w internecie: <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000301201+localNames>. Dostęp 21.10.2021.
- Turck D, Castenmiller J, de Henauw S, Hirsch-Ernst K.I, Kearney J, Maciuk A, Mangelsdorf I, McArdle H.J, Naska A, Pelaez C. Safety of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) as a novel food for extended uses pursuant to regulation (EU) 2015/2283. *EFSA J*. 2019; 17.
- Turck D, Castenmiller J, de Henauw S, Hirsch-Ernst K.I, Kearney J, Maciuk A, Mangelsdorf I, McArdle H.J, Naska A, Pelaez C, et al. Safety of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) powders, as novel foods, pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA J*. 2019; 17.
- CosIng website - Cosmetic ingredient database. Dostępny w internecie: https://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/cosing_en. Dostęp 21.10.2021.
- Norlaily MA, Yeap KS, Wan YH, Boon KB, Sheau WT, Soon GT. The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. *J Biomed Biotechnol.* 2012.
- Ulbricht C, Chao W, Nummy K, Rusie E, Tanguay-Colucci S, Iannuzzi C, Plammoottil J, Varghese M, Weissner W. Chia (*Salvia hispanica*): A Systematic Review by the Natural Standard Research Collaboration. *Rev. Recent Clin. Trials*. 2009; 168-174.
- Kulczyński B, Kobus-Cisowska J, Taczanowski M, Kmiecik D, Gramza-Michałowska A. The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds—Current State of Knowledge. *Nutrients* 2019; 11(6): 1242.
- Nieman CD, Cayea EJ, Austin MD, Henson DA, McNulty SR, Jin F. Chia seed does not promote weight loss or alter disease risk factors in overweight adults. *Nutr. Res*. 2009; 29(6): 414-418.
- Melo D, MacHado TB, Oliveira MBPP. Chia seeds: An ancient grain trending in modern human diets. *Food Funct.* 2019; 10(6): 3068-3089.
- Silveira Coelho M, de las Mercedes Salas-Mellado M. Chemical Characterization of chia (*Salvia hispanica* L.) for Use in Food Products. *J. Food Nutr. Res.* 2014; 2: 263-269.
- Álvarez-Chávez LM, Valdivia-López M, de los A, Aburto-Juárez M, De L, Tecante A. Chemical Characterization of the Lipid Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispanica* L.). *Int. J. Food Prop.* 2008; 687-697.
- Nitrayová S, Brestenský M, Heger J, Patrás P, Rafay J, Sirotkin A. Amino acids and fatty acids profile of chia (*Salvia hispanica* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.) seed. *Potravinárstvo*. 2014.
- Kuznetsova DV, Linder M, Jeandel C, Paris C, Desor F, Baranenko DA, Nadtochi LA, Arab-Tehrany E, Yen FT. Nanoliposomes and Nanoemulsions Based on Chia Seed Lipids: Preparation and Characterization. *Int. J. Mol. Sci.* 2020; 21(23): 9079.

30. Silveira Coelho M, de las Mercedes Salas-Mellado M. Chemical Characterization of chia (*Salvia hispanica* L.) for Use in Food Products. *J. Food Nutr. Res.* 2014; 263–269.
31. Rossi SA, Oliva ME, Ferreira MR, Chicco A, Lombardo YB. Dietary chia seed induced changes in hepatic transcription factors and their target lipogenic and oxidative enzyme activities in dyslipidaemic insulin-resistant rats. *Br J Nutr.* 2013; 109(9):1617–1627.
32. Valdivia-López MÁ, Tecante A. Chia (*Salvia hispanica*): A Review of Native Mexican Seed and its Nutritional and Functional Properties; Elsevier Inc. 2015.
33. Ciftci ON, Przybylski R, Rudzińska M. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2012; 794–800.
34. da Silva BP, Anunciação PC, Matyelka JC, da S Della Lucia CM, Martino HSD, Pinheiro-Sant'Ana HM. Chemical composition of Brazilian chia seeds grown in different places. *Food Chem.* 2017; 221: 1709–1716.
35. Marcinek K, Krejpcio Z. Chia seeds (*Salvia hispanica*): Health promoting properties and therapeutic applications—a review. *Rocz Panstwu Zakl Hig.* 2017; 68(2): 123–129.
36. Capitani MI, Spotorno V, Nolasco SM, Tomás MC. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT – Food Sci. Technol.* 2012; 94–102.
37. Jin F, Nieman DC, Sha W, Xie G, Qiu Y, Jia W. Supplementation of Milled Chia Seeds Increases Plasma ALA and EPA in Postmenopausal Women. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2012; 67(2):105–110.
38. Amato M, Caruso MC, Guzzo F, Galgano F, Comisso M, Boichchio R, Labella R, Favati F. Nutritional quality of seeds and leaf metabolites of Chia (*Salvia hispanica* L.) from Southern Italy. *Eur. Food Res. Technol.* 2015; 615–625.
39. Marineli R, da S, Moura CS, Moraes ÉA, Lenquiste SA, Lollo PCB, Morato PN, Amaya-Farfán J, Maróstica MR. Chia (*Salvia hispanica* L.) enhances HSP, PGC-1 expressions and improves glucose tolerance in diet-induced obese rats. *Nutrition* 2015; 31(5): 740–748.
40. Chicco AG, D'Alessandro ME, Hein GJ, Oliva ME, Lombardo YB. Dietary chia seed (*Salvia hispanica* L.) rich in α -linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats. *Br. J. Nutr.* 2009; 101(1): 41–50.
41. Fonte-Faria T, Citelli, M, Atella GC, Raposo HF, Zago L, de Souza T, da Silva SV, Barja-Fidalgo C. Chia oil supplementation changes body composition and activates insulin signaling cascade in skeletal muscle tissue of obese animals. *Nutrition* 2019; 58: 167–174.
42. da Silva BP, Dias DM, de Castro Moreira ME, Toledo RCL, Pinto da Matta SL, Della Lucia CM, Martino HSD, Pinheiro-Sant'Ana HM. Chia Seed Shows Good Protein Quality, Hypoglycemic Effect and Improves the Lipid Profile and Liver and Intestinal Morphology of Wistar Rats. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2016; 71(3): 225–230.
43. Tavares Toscano L, Oliveira da Silva CS, Monteiro de Almeida AE, da Cruz Santos A, Silva AS. Chia flour supplementation reduces blood pressure in hypertensive subjects. *Plant Foods for Human Nutrition.* 2014; 69(4): 393–398.
44. Vuksan V, Whitham D, Sievenpiper JL, Jenkins AL, Rogovik AL, Bazinet RP, Vidgen E, Hanna A. Supplementation of Conventional Therapy With the Novel Grain Salba. Improves Major and Emerging Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care.* 2007; 30(11): 2804–2810.
45. Orona-Tamayo D, Valverde M, Nieto-Rendón B, Paredes-Lopez O. Inhibitory activity of chia (*Salvia hispanica* L.) protein fractions against angiotensin I-converting enzyme and antioxidant capacity. *Leb. und-Technologie* 2015; 236–242.
46. Segura-Campos M, Salazar-Vega I, Chel-Guerrero L, Betancur D. Biological potential of chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. *LWT – Food Sci. Technol.* 2013; 50(2): 723–731.
47. Ho H, Lee AS, Jovanovski E, Jenkins AL, Desouza R, Vuksan V. Effect of whole and ground Salba seeds (*Salvia hispanica* L.) on postprandial glycemia in healthy volunteers: A randomized controlled, dose-response trial. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2013; 67(7): 786–788.
48. Vuksan V, Jenkins AL, Brissette C, Choleva L, Jovanovski E, Gibbs AL, Bazinet RP, Au-Yeung F, Zurbau A, Ho HVT, Duvnjak L, Sievenpiper JL, Josse RG. Salba-chia (*Salvia hispanica* L.) in the treatment of overweight and obese patients with type 2 diabetes: a double-blind randomized controlled trial. *Nutr Metab Cardio-vasc Dis.* 2017; 27(2): 138–146.
49. Sargi SC, Silva BC, Santos HMC, Montanher PF, Boeing JS, Santoz Júnior OO, Souza NE, Visentainer JV. Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia, flax, and perilla. *Food Sci. Technol.* 2013; 33(3): 541–548.
50. Reyes-Caudillo E, Tecante A, Valdivia M. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chem.* 2008; 107: 656–663.
51. Marineli R, Lenquiste S, Moraes E, Maróstica Jr. M. Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats. *Food Res. Int.* 2015; 76: 666–674.
52. Jeong SK, Park HJ, Park BD, Kim I-H. Effectiveness of Topical Chia Seed Oil on Pruritus of End-stage Renal Disease (ESRD) Patients and Healthy Volunteers. *Ann. Dermatol.* 2010; 22(2): 143–148.
53. Grancieri M, Martino HSD, Gonzalez de Mejia E. Protein Digests and Pure Peptides from Chia Seed Prevented Adipogenesis and Inflammation by Inhibiting PPAR γ and NF- κ B Pathways in 3T3L-1 Adipocytes. *Nutrients* 2021; 13(1): 176.
54. Rabail R, Khan MR, Mehwish HF, Riaz Rajoka MS, Lorenzo JM, Kieliszek M, Khalid AR, Shabbir MA, Aadil RM. An overview of chia seed (*Salvia hispanica* L.) bioactive peptides' derivation and utilization as an emerging nutraceutical food. *Front. Biosci.* 2021; 26(9): 643–654.
55. da Silva P, Martino SD, Tako H. Soluble Extracts from Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) Affect Brush Border Membrane Functionality, Morphology and Intestinal Bacterial Populations *In Vivo*. *Nutrients* 2019; 11(10): 2457.
56. Saleemnazir U, Ahmad M, Ajmal Shah M, Fareeha A, Ahmad B. Anti-urolithiatic activity of *Salvia hispanica* L. seeds in ethylene glycol induced urolithiasis rat's model. *Heal. Sci.* 2020; 92(4): e20200067.
57. Medina-Urrutia A, Lopez-Urbe AR, El Hafidi M, del Carmen González-Salazar M, Posadas-Sánchez R, Jorge-Galarza E, del Valle-Mondragón L, Juárez-Rojas JG. Chia (*Salvia hispanica*) – supplemented diet ameliorates non-alcoholic fatty liver disease and its metabolic abnormalities in humans. *Lipids Health Dis.* 2020; (19) 96.
58. Kosmetyki naturalne – definicja. Dostępny w internecie: <http://biotechnologia.pl/kosmetologia/artykuly/kosmetyki-naturalne,10830>. Dostęp 10.11.2021.
59. Zdrowotne i pielęgnacyjne właściwości oleju z nasion chia. Dostępny w internecie: <https://biotechnologia.pl/kosmetologia/zdrowotne-i-pielagnacyjne-wlasciwosci-oleju-z-nasion-chia>. Dostęp 10.11.2021.
60. dos Reis Gallo LR, Botelho RBA, Ginani VC, de Lacerda de Oliveira L, Riquette RFR, dos Santos Leandro E. Chia (*Salvia hispanica* L.) Gel as Egg Replacer in Chocolate Cakes: Applicability and Microbial and Sensory Qualities After Storage. *J. Culin. Sci. Technol.* 2020; 29–39.
61. Felisberto MHF, Wahanik AL, Gomes-Ruffi CR, Clerici MTPS, Chang YK, Steel CJ. Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. *LWT – Food Sci. Technol.* 2015; 1049–1055.
62. Muñoz L, Cobos A, Díaz O, Aguilera J. Chia seeds: microstructure, mucilage extraction and hydration. *J. Food Eng.* 2012; 216–224.
63. Sebastiani G, Herranz Barbero A, Borrás-Novell C, Alsina Casanova M, Aldecoa-Bilbao V, Andreu-Fernández V, Tutusaus MP, Martínez SF, Gómez Roig MD, García-Algar O. The Effects of Vegetarian and Vegan Diet during Pregnancy on the Health of Mothers and Offspring. *Nutrients* 2019; 11(3): 557.
64. Martínez E, García-Martínez R, Álvarez-Ortí M, Rabadán A, Pardo-Giménez A, Pardo JE. Elaboration of Gluten-Free Cookies with Defatted Seed Flours: Effects on Technological, Nutritional, and Consumer Aspects. *Foods* 2021; 10(6): 1213.