

# Funkcionalna svojstva chia sjemenki

---

**Kuraica, Ivona**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:131281>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Preddiplomski studij Nutricionizam**

**Ivona Kuraica**  
6834/N

## **FUNKCIONALNA SVOJSTVA CHIA SJEMENKI**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Nova hrana

**Mentor:** prof. dr.sc. *Suzana Rimac Brnčić*

**Zagreb, 2017.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

**Preddiplomski studij Nutricionizam**  
**Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo**  
**Laboratorij za procesno-prehrambeno inženjerstvo**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**  
**Znanstveno polje: Nutricionizam**

## **Funkcionalna svojstva chia sjemenki**

***Ivona Kuraica, 0058204141***

**Sažetak:** Chia sjemenke (*Salvia hispanica* L.) nekada su bile tradicionalna namirnica u prehrani Maja i Asteka, a danas su prepoznate kao izvor visokovrijednih hranjivih tvari s velikim potencijalom za razvoj novih funkcionalnih proizvoda na svjetskom tržištu. Chia sjemenke su prirodni izvor  $\alpha$ -linolenske kiseline, prehrambenih vlakana, proteina, a uz to dobar su izvor vitamina (niacina, vitamina C, vitamina A), minerala (kalcija, fosfora, kalija i magnezija) i polifenolnih spojeva (klorogenska i kava kiselina, miricetina, kvercetin i kemferola). Zbog svojih dobrih fizikalno-kemijskih svojstava kao što su sposobnost stvaranja stabilne emulzije i gelova sve više se koriste u prehrambenoj industriji u razvoju novih proizvoda. Chia sjemenke predstavljaju i novu funkcionalnu hranu zbog njihovog pozitivnog utjecaja na zdravlje ljudi, prvenstveno na prevenciju bolesti krvožilnog sustava, smanjenje krvnog tlaka i kontrolu razine glukoze u krvi. Cilj ovog rada je na temelju znanstvenih rezultata prikazati potencijalnu uporabu chia sjemenki u prehrambenoj industriji te njihov utjecaj na zdravlje ljudi.

**Ključne riječi:**  $\alpha$ -linolenska kiselina, prehrambena vlakna, nova hrana, funkcionalna hrana

**Rad sadrži:** 29 stranica, 4 slike, 4 tablice, 42 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** *prof. dr.sc. Suzana Rimac Brnčić*

**Pomoć pri izradi:** *prof. dr.sc. Suzana Rimac Brnčić*

**Datum obrane:** 7. srpnja 2017.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**University undergraduate studies Nutrition**

**Department of Food Engineering**  
**Laboratory for Food Process Engineering**

**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Nutrition**

### Functional properties of chia seeds

*Ivona Kuraica, 0058204141*

**Abstract:** Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) were used as a traditional food in the diet of Aztecs and Mayas and today they are recognized as a source of a high-quality nutrients with a great potential in development of new functional products worldwide. Chia seeds represent a natural source of  $\alpha$ -linolenic acid, dietary fibers, proteins and they are also a good source of vitamins (niacin, vitamin C, vitamin A), minerals (calcium, phosphorus, potassium and magnesium) and polyphenolic compounds (chlorogenic and caffeic acid, myricetin, quercetin and kaempferol). They are being used in the food industry in the development of new functional products because of their good physical and chemical properties, like the ability to create stable emulsion and gels. Chia seeds represent a new functional food because they have a positive impact on human health, primarily on preventing cardiovascular diseases, lowering blood pressure and regulating blood glucose levels. The objective of this paperwork is to present the potential use of chia seeds in the food industry and their impact on human health based on scientific results.

**Keywords:**  $\alpha$ -linolenic acid, dietary fibers, novel food, functional food

**Thesis contains:** 29 pages, 4 figures, 4 tables, 42 references

**Original in:** Croatian

**Final work in printed and electronic form is deposited in library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** *PhD Suzana Rimac Brnčić, full prof.*

**Technical support and assistance:** *PhD Suzana Rimac Brnčić, full prof.*

**Defence date:** July 7<sup>th</sup> 2017

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2. POVIJEST CHIA SJEMENKI</b>	<b>2</b>
<b>3. BOTANIČKI OPIS BILJKE</b>	<b>3</b>
<b>4. KEMIJSKI SASTAV CHIA SJEMENKI</b>	<b>5</b>
4.1. LIPIDI	6
4.2. PROTEINI	8
4.3. VLAKNA	9
4.4. ANTIOKSIDANSI	10
4.5. VITAMINI I MINERALI	11
<b>5. CHIA SJEMENKE KAO NOVA HRANA</b>	<b>12</b>
<b>6. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA CHIA SJEMENKI</b>	<b>15</b>
<b>7. UPOTREBA I POTENCIJAL CHIA SJEMENKI U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI</b>	<b>17</b>
<b>8. UTJECAJ KONZUMACIJE CHIA SJEMENKI NA ZDRAVLJE LJUDI</b>	<b>20</b>
<b>9. ZAKLJUČAK</b>	<b>24</b>
<b>10. POPIS LITERATURE</b>	<b>25</b>

## 1. Uvod

Chia (*Salvia hispanica* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice usnatica (*Lamiaceae*), podrijetlom iz Meksika i Gvatemale, a njen plod, chia sjemenke, predstavljale su tradicionalnu namirnicu u prehrani starosjedilaca Amerike gdje su se osim u prehrani upotrebljavale i za pripremu lijekova i boja za ukrašavanje tijela. Iako su nakon španjolske kolonizacije bile gotovo zaboravljene, njihov uzgoj se održao do današnjeg dana.

Zbog svojeg odličnog kemijskog sastava postale su tema brojnih znanstvenih istraživanja te se time njihova upotreba proširila i u Europu. Ono što je najznačajnije u kemijskom sastavu chia sjemenki je visok udio  $\omega$ -3-masnih kiselina i prehrambenih vlakana za koje je dokazano kako imaju pozitivan učinak na ljudsko zdravlje. Osim toga, sve se više pažnje pridaje antioksidansima prisutnim u sjemenkama, prvenstveno fenolnim spojevima.

Danas se chia sjemenke koriste u proizvodnji raznih prehrambenih proizvoda, poput pekarskih proizvoda, jogurta i sokova. Zbog svojih dobrih fizikalno-kemijskih svojstava imaju velik potencijal za proširenje njihove uporabe u prehrambenoj industriji, naročito za proizvodnju novih funkcionalnih proizvoda. Osim toga, značajan je njihov povoljan utjecaj na zdravlje ljudi, što je osim tradicionalnih vjerovanja dokazano i znanstveno. Osim u prehrambenoj industriji sve se više istražuje korištenje chia sjemenki u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji te u prehrani životinja. Cilj ovog rada je na temelju dostupnih znanstvenih publikacija dati pregled kemijskog sastava i fizikalno-kemijskih svojstva chia sjemenki, ustanoviti predstavljaju li one zaista novu hranu pogodnu za široku upotrebu u prehrambenoj industriji te prikazati njihov dokazani utjecaj na zdravlje ljudi.

## 2. Povijest chia sjemenki

Naziv „chia“ potječe od nahuatlanske riječi *chian* ili *chien* što znači „uljast“, a švedski botaničar Carl Linnaeus nazvao je biljku *Salvia hispanica* L. jer ju je zamijenio s nativnom biljkom porijeklom iz Španjolske (Edwards, 1819). Chia je prvenstveno bila prisutna na sušnim područjima koja se protežu od zapadnog Meksika do južne Gvatemale, te je jedna od najstarijih biljaka koju su kultivirali Asteci. Plod chie, chia sjemenke, imale su iznimno važnu ulogu u prehrani starosjedilaca Meksika jer su predstavljale dobar izvor hranjivih tvari. Chia sjemenke počele su se koristiti u ljudskoj prehrani već 3500. godine pr. Kr., a između 1500. i 900. godine pr. Kr. postale su jedna od glavnih sastojaka biljnog podrijetla u prehrani Asteka i Maja, odmah pored kukuruza, amaranta i graha (Cahill, 2003). Konzumirale su se u obliku cijelih sjemenki ili su se koristili brašno i ulje sjemenki. Osim što se koristilo u prehrani, ulje chia sjemenki upotrebljavalo se i u pripremi raznih lijekova te boja kojima su domoroci ukrašavali vlastita lica i tijela. Najčešći način pripreme chia sjemenki bilo je pečenje i mljevenje sjemenki kako bi se dobilo brašno zvano *Chianpinolli* koje se potom koristilo u pripremi tortilja i sličnih jela te se dodavalo u razne napitke poznatije pod nazivom *Chianatoles* (Valdivia-López i Tecante, 2015). Najpoznatiji tradicionalni napitak jest *Chia fresca* (svježa chia) koja se dobiva namakanjem chia sjemenki u vodi, a potom se dodaje voćni sok te se konzumira ohlađeno kao osvježavajući napitak (Cahill, 2003).

Nakon španjolske kolonizacije Srednje Amerike došlo je do zabrane uzgoja chie, prvenstveno jer su je Asteci koristili u religioznim obredima. Chiu su zamijenile uvozne vrste biljaka poput pšenice i ječma, a zbog veoma dugog perioda zabrane uzgoja od oko 260 godina, chia je gotovo bila zaboravljena (Sosa i sur., 2016). Smatra se kako je chia opstala upravo zbog njenog tajnog uzgoja od strane Nahua, grupe plemena američkih Indijanaca koji su bili nastanjeni u Meksiku. Dugi niz godina uzgoj i konzumacija chie bili su ograničeni samo na području zemalja njenog podrijetla, sve dok se nisu intenzivirala istraživanja o važnosti esencijalnih masnih kiselina čime su chia sjemenke našle svoje mjesto i na europskom tržištu. Ključno istraživanje zaslužno za promociju chia sjemenki i nova saznanja bilo je istraživanje započeto 1991. godine. Znanstvenici iz Sjedinjenih Američkih Država i Argentine proučavali su nutritivni sastav, uvjete uzgoja i ostale parametre chia sjemenki s različitih područja Južne Amerike, a istraživanje je poznato pod nazivom „*Northwestern Argentina Regional Project*“ (Sosa i sur., 2016). Nekada gotovo zaboravljena biljka, danas je postala nova funkcionalna hrana koja je subjekt brojnih istraživanja znanstvenika diljem svijeta.

### 3. Botanički opis biljke

Chia (*Salvia hispanica* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice usnatica (*Lamiaceae*), te se prvenstveno uzgaja upravo zbog sjemenki koje se koriste u prehrani ljudi. Biljke iz porodice usnatica karakterizira visok udio eteričnih ulja, a u tu skupinu spadaju i poznati začini poput mente, ružmarina i origana.

Taksonomske kategorije biljke su sljedeće (USDA, 2017a):

Carstvo : Plantae

Odjeljak : Magnoliophyta

Pododjeljak: Spermatophytina

Razred : Magnoliopsida

Podrazred : Asteridae

Red : Lamiales

Porodica : Lamiaceae/Labiatae

Rod : *Salvia* L.

Vrsta : *S. hispanica* L.

Biljka chia cvate u ljetnim mjesecima, i to u srpnju i kolovozu, a njenom rastu pogoduju pjeskovita, suha tla, te pretežno tropska i suptropska klima koju karakteriziraju duga i sušna ljeta, te kratke i blage zime. Takva klima prisutna je u području gdje se chia najviše uzgaja, oko ekvatora, te u umjerenj zoni prema polovima (Meksiko, područje Srednje i Južne Amerike, te sjeverna Australija). Biljka raste većinom na planinskim područjima te ne cvate na mjestima gdje nije prisutno dovoljno sunčeve svjetlosti. Također nije otporna na zimske uvjete poput snijega i leda te je zbog toga njena kultivacija ograničena. Danas su najveći proizvođači chia sjemenki Paragvaj (3985 tona godišnje), Argentina (2758 tona), Bolivija (2541 tona), Peru (1347 tona) i Meksiko (1025 tona) (CBI, 2017).

Stabljika chie može narasti do jednog metra visine, a listovi su ovalni, nazubljenih rubova i šiljatih vrhova, dužine 4-8 cm, te širine 3-5 cm (Muñoz i sur., 2013). Listovi sadrže eterična ulja koja štite biljku od raznih štetnika čime djeluju kao prirodni pesticidi, stoga prilikom uzgoja chie nije nužna uporaba kemikalija. Osim toga, moguća je ekstrakcija ulja iz listova chie koje se potom može koristiti kao sredstvo protiv raznih insekata (Ullah i sur., 2015). Cvjetovi su mali, bijele do ljubičaste boje te su skupljeni u klasove na vrhu stabljike (Slika 1).





**Slika 1.** *Salvia hispanica* L. sa ljubičastim cvjetovima (Sapio i sur., 2012)

Sjemenke su vrlo sitne ( $1.87 \pm 0.1$  mm dužine,  $1,21 \pm 0,08$  mm širine), ovalnog oblika i glatke površine (Muñoz i sur., 2012). Najčešća boja sjemenki je siva sa crnim točkicama, međutim moguće su i kombinacije crne, sive, smeđe i bijele boje. Sastoje se od tri sloja: vanjski omotač, endosperm i klica. Ono što je karakteristično za chia sjemenke jest prisutnost polisaharida u vanjskom omotaču koji u kontaktu s vodom stvaraju želatinoznu ovojnicu (engl. *mucilage*) oko sjemenke. Smatra se kako je to svojstvo zapravo prilagodba biljke na sušne uvjete u kojima raste, čime se regulira gubitak vode iz sjemenki (Valdivia-López i Tecante, 2015). Za komercijalnu proizvodnju chia sjemenki koju je odobrila Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA), biljka chie sije se mehanički u količini 3-5 kg/ha, a tlu na kojem se sije može se dodati herbicid trifluralin u količini od 2 L/ha (EFSA, 2009). Insekticidi se ne koriste, a prilikom sjetve dodaje se gnojivo od diamonijeva fosfata (DAP). Nakon 30-45 dana dodaje se gnojivo urea u količini od 150 kg/he, također mehanički. Žetva se vrši mehanički, a sjemenke se čiste od mogućih kontaminanata, nakon čega se pakiraju u vreće za izvoz (najčešće polipropilenske) u količini od 20-25 kg po vreći (CBI, 2017). Sjemenke imaju nisku higroskopnost zbog čega su vrlo stabilne prilikom skladištenja, a antioksidansi koje sadrže sprječavaju proces oksidacije ulja prisutnih u sjemenkama.

## 4. Kemijski sastav chia sjemenki

Glavna karakteristika chia sjemenki upravo je njihov odličan kemijski sastav zbog kojeg danas postaju sve popularnija namirnica diljem svijeta. Kemijski sastav chia sjemenki vrlo često varira ovisno o području gdje su uzgajane što najviše utječe na udio proteina i masnih kiselina. Na varijabilnost kemijskog sastava sjemenki utječu okolišni faktori, klimatski uvjeti, pristupačnost nutrijenata, godina uzgoja i vrsta tla. Jedno od najvažnijih svojstava chia sjemenki jest izvanredan sastav masnih kiselina, od kojih većinski udio čine višestruko nezasićene masne kiseline, prvenstveno  $\omega$ -3-masne kiseline (17,8 g/100 g) koje se povezuju s pozitivnim učincima na zdravlje ljudi (USDA, 2017). U Tablici 1 dan je prikaz udjela masnih kiselina i vidljiv je mali udio zasićenih masnih kiselina (3,3 g/100 g) u odnosu na višestruko nezasićene masne kiseline (23,7 g/100 g), stoga chia sjemenke mogu biti pogodna namirnica za prehranu osoba koje imaju problema s bolestima krvožilnog sustava. Osim toga, udio proteina u chia sjemenkama veći je nego u žitarica, ne sadrže gluten i nije zabilježena prisutnost antinutrijenata koji bi mogli negativno utjecati na metabolizam i apsorpciju proteina. Sjemenke također sadrže značajan udio prehrambenih vlakana (34,4 g/100 g), viši u odnosu na druge vrste sjemenki, na primjer lanene sjemenke (Muñoz i sur., 2013). Prehrambena vlakna omogućuju stvaranje polisaharidnog omotača oko sjemenki u vodenom mediju, što prilikom konzumacije pospješuje crijevnu peristaltiku. Osim toga polisaharidni omotač chia sjemenki ima velik potencijal za uporabu u prehrambenoj industriji zbog svojih funkcionalnih svojstava. Uz prisutnost navedenih makronutrijenata, važno je naglasiti kako su chia sjemenke dobar izvor mikronutrijenata, prvenstveno antioksidansa, vitamina (pretežno vitamina B skupine) i minerala.

**Tablica 1** Kemijski sastav chia sjemenki (USDA, 2017b)

<b>Prosječna nutritivna vrijednost</b>	<b>Na 100 g namirnice</b>	<b>Na 15 g namirnice</b>
<b>Energija</b>	486 kcal	73 kcal
<b>Voda</b>	5,8 g	0,9 g
<b>Proteini</b>	16,5 g	2,5 g
<b>Masti</b>	30,7 g	4,6 g
<b>-zasićene masne kiseline</b>	3,3 g	0,5 g
<b>-jednostruko nezasićene masne kiseline</b>	2,3 g	0,3 g
<b>-višestruko nezasićene masne kiseline</b>	23,7 g	3,6 g
<b>-trans masne kiseline</b>	0,1 g	0,02 g
<b>Ugljikohidrati</b>	42,1 g	6,3 g
<b>Vlakna</b>	34,4 g	5,2 g

## 4.1. Lipidi

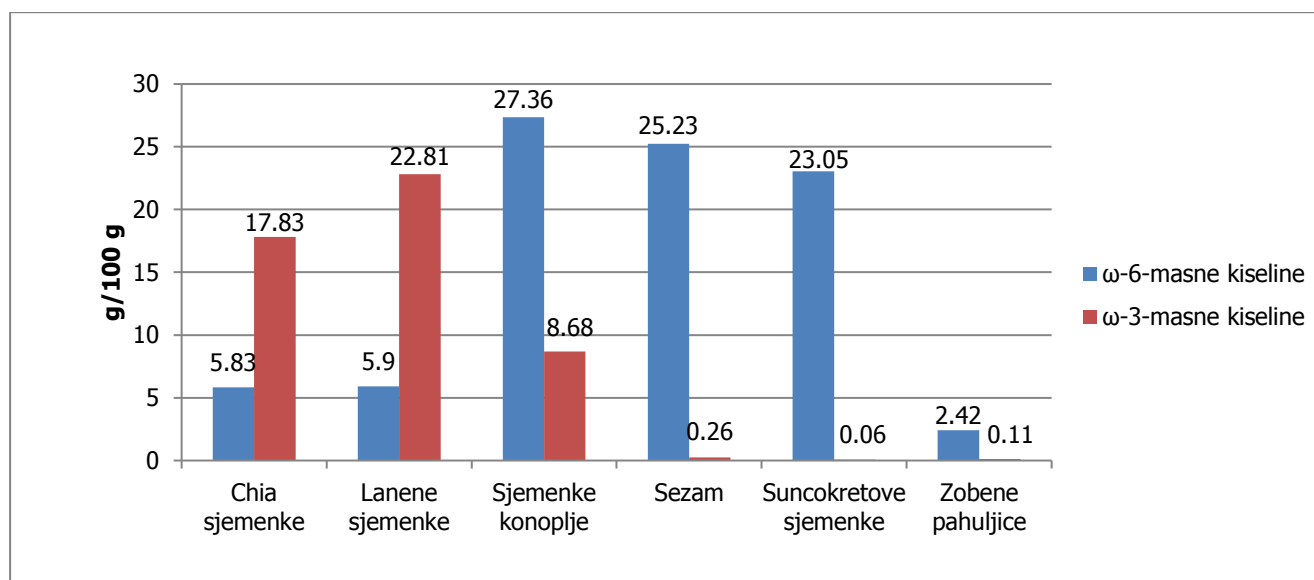
Chia sjemenke postale su iznimno zanimljive znanstvenicima tek nakon što se 1975. godine počela istraživati esencijalnost  $\alpha$ -linolenske masne kiseline u ljudskoj prehrani (Dyerberg i sur., 1975). Zanimanje za esencijalne masne kiseline započelo je zbog činjenice da je prevalencija koronarnih oboljenja u Eskima vrlo niska, iako njihova prehrana sadrži visok udio masti. Budući da masti u njihovoj prehrani potječu prvenstveno iz riba hladnog mora, koje imaju visok udio dugolančanih  $\omega$ -3-masnih kiselina (eikosapentaenska masna kiselina, EPA i dokosaheksaenska masna kiselina, DHA), zaključilo se kako bi upravo te masne kiseline mogle imati protektivan učinak na krvožilni sustav.

Dvije esencijalne masne kiseline su linolna (LA) ( $\omega$ -6 ) i  $\alpha$ -linolenska (ALA) ( $\omega$ -3). To su višestruko nezasićene masne kiseline koje sadrže 18 ugljikovih atoma, kod kojih je prva dvostruka veza prisutna na trećem ( $\omega$ -3), odnosno šestom ( $\omega$ -6) atomu ugljika brojeno od metilnog kraja. Desaturacijom i elongacijom linolne masne kiseline u organizmu nastaje dugolančana arahidonska masna kiselina, odnosno iz  $\alpha$ -linolenske eikosapentaenska (EPA) i dokosaheksaenska (DHA). Arahidonska masna kiselina, EPA i DHA su prekursori eikosanoida (biološki aktivne tvari), s time da eikosanoidi nastali iz linolne masne kiseline imaju proupalno djelovanje, a oni nastali iz  $\alpha$ -linolenske protuupalno djelovanje. S obzirom na to da upalni procesi u ljudskom organizmu utječu na razvoj raznih kroničnih bolesti, puno je povoljniji prehrambeni unos  $\omega$ -3-masnih kiselina, u odnosu na  $\omega$ -6-masne kiseline.

Ljudski organizam ne može sintetizirati navedene esencijalne masne kiseline te je stoga potreban njihov unos hranom. Približan omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3-masnih kiselina u današnjoj prehrani ljudi iznosi 15-16:1 što je iznimno visok omjer ako uzmemo u obzir da je taj omjer u prehrani naših predaka iznosio 1:1. Smanjenjem omjera barem na 4:1 umanjuje se stopa smrtnosti od kroničnih nezaraznih bolesti za 70%, stoga je preporuka da taj omjer bude što manji (Simopoulos, 2004). Udio  $\omega$ -6-masnih kiselina u ljudskoj prehrani nije problematičan s obzirom na to da se te masne kiseline nalaze u suncokretovom i sojinom ulju koji se najčešće i konzumiraju. Unos  $\omega$ -3-masnih kiselina često je nedostatan, a kao najbitniji prehrambeni izvori često se navode orasi, lanene sjemenke, ulje konoplje te chia sjemenke.

U usporedbi sa ostalim sjemenkama moglo bi se reći kako chia sjemenke imaju gotovo idealan omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3-masnih kiselina, uz lanene sjemenke koje sadrže nešto veći udio  $\omega$ -3-masnih kiselina u odnosu na chia sjemenke. Chia sjemenke u usporedbi sa suncokretovim i sezamovim sjemenkama znatno prednjače u udjelu masnih kiselina jer imaju četiri puta manje  $\omega$ -6-masnih kiselina u odnosu na suncokretove sjemenke (Slika 2), te gotovo pet puta

manje  $\omega$ -6-masnih kiselina u odnosu na sjemenke sezama (USDA, 2017).



**Slika 2** Udio  $\omega$ -3 i  $\omega$ -6-masnih kiselina chia sjemenki i ostalih sjemenki i žitarica (USDA, 2017)

Udio masnih kiselina u chia sjemenkama može znatno varirati ovisno o području uzgoja, a najčešće udio ulja kreće se od 26-35% (Ayerza, 2010). U Tablici 2 prikazan je udio masnih kiselina chia sjemenki uzgojenih u Ekvadoru, pri čemu je omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3-masnih kiselina približno 1:3. Osim esencijalnih masnih kiselina prisutne su palmitinska i stearinska koje su zasićene masne kiseline, te oleinska i palmitoleinska koje su jednostruko nezasićene masne kiseline.

**Tablica 2** Udio masnih kiselina chia sjemenki s pet lokacija Ekvadora (Ayerza, 2010)

Lokacija	Udio ulja (%)	Udio masnih kiselina (%)				
		Palmitinska (C16:0)	Stearinska (C18:0)	Oleinska (C18:1)	Linolna (C18:2)	$\alpha$ -linolenska (C18:3)
Santa Elena	25,94	7,69	3,40	7,81	19,42	61,06
Salinas	32,65	6,32	4,09	6,07	15,65	66,75
San Pablo	34,48	6,12	3,22	8,47	18,28	62,98
Patate	31,98	6,45	3,68	6,93	17,37	63,93
Guayllabamba	29,78	6,43	3,46	6,77	17,97	63,57

Utvrđena je obrnuto proporcionalna povezanost nadmorske visine na kojoj biljka raste sa udjelom zasićenih masnih kiselina. Dakle, biljke koje rastu na nižim nadmorskim visinama imaju povećan udio zasićenih masnih kiselina u odnosu na biljke koje rastu na višim nadmorskim visinama (Ayerza, 2010). Također, povišenje temperature utječe na smanjenje udjela višestruko nezasićenih masnih kiselina. Boja sjemenki nije pokazala značajan utjecaj na udio ulja u sjemenkama.

Ono što je karakteristično za chia sjemenke jest visok udio  $\alpha$ -linolenske masne kiseline, međutim iako su višestruko nezasićene masne kiseline podložne djelovanju slobodnih radikala koji mogu imati negativan utjecaj na kvalitetu sjemenki, antioksidansi prisutni u chia sjemenkama sprječavaju njihovo djelovanje, stoga neće doći do nepoželjnih reakcija oksidacije.

Danas se sve više istražuje prisutnost fitosterola u chia sjemenkama. Fitosteroli su biološki aktivni steroidni alkoholi biljnog podrijetla, a svojom strukturom vrlo su slični kolesterolu koji je prirodno prisutan isključivo u namirnicama životinjskog podrijetla. Upravo se iz tog razloga smatra kako fitosteroli smanjuju apsorpciju kolesterola zbog kompeticije apsorpcije prilikom uključivanja u micelle. To rezultira smanjenjem LDL kolesterola koji utječe na nastanak bolesti krvožilnog sustava, a smatra se kako je najvažniji fitosterol  $\beta$ -sitosterol, koji je prisutan i u chia sjemenkama (Muñoz i sur., 2013). Pokazalo se kako su u chia sjemenkama fitosteroli prisutni u količini od 413,2 mg/100 g, a detektirana je prisutnost četiri sterola od kojih je prevladavao  $\beta$ -sitosterol (49,8%) (Ciftci i sur., 2012). Osim  $\beta$ -sitosterola, u chia sjemenkama prisutni su i stigmasterol (30,2%), kampesterol (11,4%) te  $\Delta^5$ -avenasterol (8,6%) što doprinosi nutritivnoj vrijednosti chia sjemenki.

## 4.2. Proteini

Udio proteina u chia sjemenkama varira od 15-23%, što je veći udio u odnosu na ostale žitarice koje sadrže manje od 16% proteina, poput pšenice, riže, kukuruza i ječma (Muñoz i sur., 2013). Udio proteina također ovisi o mjestu uzgoja biljke te se pokazalo kako povišenje temperature utječe na smanjenje količine proteina u sjemenci (Ayerza i Coates, 2011). Aminokiselinski profil proteina koje sadrže chia sjemenke također je bolji u odnosu na ostale žitarice koje imaju nekoliko limitirajućih aminokiselina, a udio esencijalnih aminokiselina u proteinima chia sjemenki iznosi 41,8-42,8% (Olivos-Lugo i sur., 2010). Aminokiseline najviše zastupljene u chia sjemenkama su glutaminska kiselina (3,5 g/100 g sjemenke), arginin (2,1

g/100 g sjemenke) i asparaginska kiselina (1,7 g/100 g sjemenke) (USDA, 2017). Iako chia sjemenke predstavljaju dobar izvor aminokiselina jer sadrže sve esencijalne aminokiseline, ne preporučuju se koristiti kao jedini izvor proteina s obzirom na to da je limitirajuća aminokiselina lizin te ih je najbolje konzumirati u kombinaciji sa ostalim namirnicama bogatim proteinima. Prevladavajuća proteinska frakcija jesu prolamini (538 g/kg proteina), nakon kojih slijede glutelini (230 g/kg) i u manjem udjelu globulini (70 g/kg) te albumini (39 g/kg) (Olivos-Lugo i sur., 2010). Chia sjemenke ne sadrže gluten što ih čini dobrom osnovom u obrocima namijenjenim osobama koje boluju od celijakije, što pridonosi rasponu proizvoda u koje bi se chia sjemenke mogle dodavati.

### **4.3. Vlakna**

Prehrambena vlakna su većinom neškrobni polisaharidi koji predstavljaju strukturnu komponentu biljaka, te su samim time prisutna u namirnicama biljnog podrijetla poput voća, povrća, mahunarki i sjemenki. Primjer neškrobnih polisaharida su celuloza, hemiceluloza, gume i pektin. Primjer neugljikohidratnih prehrambenih vlakana su lignin, kutin, tanini i voskovi. Ono što je karakteristično za prehrambena vlakna jest njihova otpornost na probavne enzime, čime dolaze nerazgrađeni u debelo crijevo te ih crijevne bakterije fermentiraju do tvari koje organizam može metabolizirati.

Vlakna se najčešće dijele na topljiva (npr. gume, pektin) i netopljiva (npr. celuloza, većina hemiceluloza, lignin), a obje skupine pospješuju probavu potičući crijevnu peristaltiku. Preporuka za unos vlakana iznosi 14 g/1000 kcal, što bi dnevno iznosilo 25 g za žene i 38 g za muškarce, a preporučeni omjer netopljivih i topljivih prehrambenih vlakana iznosi 3:1 (Marlett i sur., 2002). Chia sjemenke sadrže visok udio vlakana, najčešće između 34 i 40 g na 100 g sjemenke, što u potpunosti zadovoljava navedene preporuke za unos vlakana (Muñoz i sur., 2013). Omjer topljivih i netopljivih prehrambenih vlakana bitno utječe na fiziološke učinke namirnice u organizmu.

U chia sjemenkama prevladavaju netopljiva prehrambena vlakna čiji se udio kreće od 23 do 46%, a udio topljivih vlakana varira od 2,5 do 7,1% (Suri i sur., 2016). Netopljiva vlakna ubrzavaju probavne procese, potiču crijevnu peristaltiku, povećavaju fekalnu masu čime olakšavaju prolaz stolice, a topljiva vlakna utječu na smanjenje krvnog tlaka, te usporavaju prolaz hrane probavnim sustavom. Osim toga, topljiva vlakna zbog sposobnosti vezanja vode utječu na omekšavanje stolice u debelom crijevu, zbog čega mogu biti korisna kod

konstipacije, te također imaju sposobnost vezanja žučnih soli čime se smanjuje razina kolesterola u krvi. Od netopljivih prehrambenih vlakana najviše ima lignina koji čini 39-41% ukupnih vlakana (Reyes-Caudillo i sur., 2008). Lignin je fenilpropil alkohola i kiselina te se smatra kako zbog svoje čvrstoće štiti nezasićene masne kiseline prisutne u sjemenkama od oksidacije, a uz to je i antioksidans. Uz lignin prisutni su i celuloza i hemiceluloza, ali u nižim postocima. Topljiva vlakna utječu na stvaranje polisaharidnog omotača oko sjemenke zbog svoje velike sposobnosti apsorpcije vode, a upravo funkcionalna svojstva vlakana najviše utječu na mogućnosti primjene chia sjemenki u prehrambenoj industriji. Osim toga proizvodi koji sadrže prehrambena vlakna vrlo su privlačni potrošačima s obzirom na to da povoljno utječu na zdravlje probavnog sustava, a kako su chia sjemenke dobar izvor vlakana njihova potencijalna uporaba u proizvodnji novih funkcionalnih proizvoda nije upitna.

#### **4.4. Antioksidansi**

Jedan od najbitnijih sastojaka chia sjemenki upravo su antioksidansi. Antioksidansi su tvari koje usporavaju ili sprječavaju nepoželjne reakcije oksidacije drugih tvari uzrokovane djelovanjem slobodnih radikala u našem organizmu. Slobodni radikali su čestice koje sadrže nespareni elektron, te su stoga vrlo reaktivni jer nastoje postići ravnotežno stanje sparivanjem elektrona. Slobodni radikali stvaraju se u tijelu u normalnim fiziološkim procesima dobivanja energije u stanicama, a posljedica su loših životnih navika i rezultat su vanjskih čimbenika (npr. stres, UV-zračenje, zagađeni zrak). Antioksidansi neutraliziraju slobodne radikale, a da pritom sami ostaju stabilni, sprječavaju pojavu lančane reakcije slobodnih radikala i popravljaju oštećenja u stanici nastala njihovim djelovanjem. Ukoliko dođe do prekomjernog stvaranja slobodnih radikala, a nedostatnog unosa antioksidansa u organizam, dolazi do pomaka ravnoteže staničnih reakcija u smjeru oksidacije (oksidativni stres). Posljedica toga su stanična oštećenja, smrt stanica, razne bolesti i oštećenja tkiva. Iz tog razloga iznimno je bitno unositi antioksidanse u organizam putem konzumacije namirnica bogatih antioksidansima ili putem dodataka prehrani.

Najzastupljeniji antioksidansi prisutni u chia sjemenkama spadaju u skupine fenolnih kiselina i flavonoida. Utvrđeno je kako su fenolni spojevi u chia sjemenkama prisutni u količini od 2,64 g ekvivalenta galne kiseline/kg suhe tvari, a udio flavonoida iznosio je 0,162 g ekvivalenta kvercetina/kg suhe tvari (Scapin i sur., 2016). Od fenolnih kiselina u najvećem udjelu prisutne su klorogenska (ester kava-kiseline i kumarinske kiseline) i kava-kiselina

(hidroksicimetna kiselina). One štite stanice od oksidacijskog stresa te sprječavaju oksidaciju proteina, masti i DNA potaknutu slobodnim radikalima (Muñoz i sur., 2013). Iz skupine flavonoida, u chia sjemenkama najviše su zastupljeni flavonoli kemferol, kvercetin i miricetin (Valdivia-Lopez i Tecante, 2015).

Antioksidacijska svojstva chia sjemenki određivana su ABTS metodom, pri čemu je izolirani ekstrakt chia sjemenki imao sličnu antioksidacijsku aktivnost kao i standard koji se koristio, Trolox (analog vitamina E) (Reyes-Caudillo i sur., 2008). Osim toga, pokazalo se kako su u chia sjemenkama prisutne ružmarinska, protokatehinska, ferulinska i galna kiselina, a uz njih, detektirani su i daidzin, glicitin, glicitein, genistin i genistein koji se ubrajaju u skupinu izoflavona (Martínez-Cruz i Paredes-López, 2014). Time se ustanovilo kako su chia sjemenke odličan izvor antioksidansa te predstavljaju novi izvor izoflavona čime mogu znatno obogatiti ljudsku prehranu vrijednim hranjivim tvarima. U novijem istraživanju detektirano je 14 derivata fenolnih kiselina u nehidroliziranom ekstraktu chia sjemenki, a 21 derivat bio je detektiran u hidroliziranom ekstraktu (Oliveira-Alves i sur., 2017). Rezultati dobiveni hidrolizom ekstrakta ukazuju kako se udio antioksidansa znatno razlikuje u odnosu na nehidrolizirani ekstrakt, čime bi se moglo pretpostaviti kako se tijekom probave chia sjemenki u ljudskom organizmu može povećati njihova antioksidacijska aktivnost što bi moglo imati pozitivan učinak na ljudsko zdravlje.

#### **4.5. Vitamini i minerali**

Chia sjemenke najviše sadrže vitamine B skupine, i to posebno niacin (8,83 mg/100 g) (USDA, 2017b). Niacina u chia sjemenkama ima više nego li u kukuruzu, soji i riži, a udio tiamina i riboflavina sličan je kao kod riže i kukuruza (Muñoz i sur., 2013). Vitamini B skupine bitni su jer su uključeni u metabolizam energije u našem organizmu, a osim njih prisutni su i antioksidacijski vitamini, vitamin C, A i E, ali u manjim udjelima. Iz Tablice 3 vidimo kako chia sjemenke imaju puno bolji mineralni sastav u odnosu na vitaminski, sadrže šest puta više kalcija, jedanaest puta više fosfora te četiri puta više kalija u odnosu na mlijeko (Muñoz i sur., 2013). Osim toga, sadrže značajan udio magnezija, željeza i cinka, a udio željeza šest je puta veći u odnosu na špinat. Upravo zbog ovakvog mineralnog sastava chia sjemenke predstavljaju odličan izvor mikronutrijenata za sportaše, kojima su navedeni minerali iznimno bitni za oporavak mišića i izdržljivost.



**Tablica 3** Udio vitamina i minerala u chia sjemenkama (USDA, 2017b)

<b>Minerali</b>	<b>Na 100 g namirnice</b>	<b>Vitamini</b>	<b>Na 100 g namirnice</b>
<b>Kalcij, Ca</b>	631 mg	<b>Vitamin A</b>	54 IU
<b>Željezo, Fe</b>	7,72 mg	<b>Vitamin E</b>	0,50 mg
<b>Magnezij, Mg</b>	335 mg	<b>Vitamin C</b>	1,60 mg
<b>Fosfor, P</b>	860 mg	<b>Tiamin</b>	0,62 mg
<b>Kalij, K</b>	407 mg	<b>Riboflavin</b>	0,17 mg
<b>Natrij, Na</b>	16 mg	<b>Niacin</b>	8,83 mg
<b>Cink, Zn</b>	4,58 mg		

## 5. Chia sjemenke kao nova hrana

Iako su chia sjemenke tradicionalna hrana u pojedinim dijelovima svijeta, na području Europske unije ubrajaju se u novu hranu budući da se nisu u značajnoj mjeri koristile za prehranu ljudi prije 15. svibnja 1997. Tvrtka R Craig and Sons Ltd. iz sjeverne Irske podnijela je zahtjev za stavljanje chia sjemenki (*Salvia hispanica* L.) na tržište Ujedinjenog Kraljevstva kao novi sastojak kruha u lipnju 2003. godine (EFSA, 2005). U svibnju sljedeće godine, nadležna tijela Ujedinjenog Kraljevstva prosljedila su Komisiji izvještaj o procjeni sigurnosti chia sjemenki kao nove hrane, u kojoj su zaključili kako chia sjemenke ne predstavljaju opasnost za potrošača. Komisija je u srpnju 2004. godine prosljedila izvještaj ostalim državama članicama Europske Unije, a njihovi glavni komentari bili su kako nema dovoljno podataka o metodama korištenim u procjeni sigurnosti, smatrali su kako predviđeni unos chia sjemenki baziran na stanovništvu Ujedinjenog Kraljevstva nije reprezentativan za cijelu Europu te je bila prisutna zabrinutost oko alergijskog potencijala i mogućih toksičnih učinaka na zdravlje ljudi (EFSA, 2005). Dodatno je zatraženo znanstveno mišljenje Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA), a Znanstveni odbor za hranu (*Scientific Committee for Food, SCF*) zaključio je kako se ne odobrava uporaba chia sjemenki kao novi sastojak kruha, s obzirom na to da nema dovoljno dostupnih podataka za procjenu njihove sigurnosti.

Godine 2006. belgijska tvrtka podnosi novi zahtjev u kojemu su priloženi dodatni podaci potrebni za procjenu sigurnosti chia sjemenki (EFSA, 2009). Priložen je kemijski sastav chia sjemenki porijeklom iz Perua, Bolivije i Australije, u kojem je iznesen udio suhe tvari, proteina, masti, ugljikohidrata i vlakana. Dodatno je priložen aminokiselinski profil, udio vitamina i minerala te udio masnih kiselina, prema kojemu se pokazalo kako chia sjemenke sadrže oko 60%  $\alpha$ -linolenske masne kiseline od ukupnog udjela masnih kiselina. Priložene su i količine ostataka teških metala (arsen, kadmij, živa i olovo) te koncentracije raznih

mikotoksina, a sve navedene vrijednosti bile su u skladu s maksimalnim dopuštenim vrijednostima. Što se skladištenja tiče, priložene su informacije kako skladištenje duljine od 18 mjeseci pri temperaturama od 5 do 35 °C i relativne vlažnosti od 40 do 85%, nema negativnih utjecaja na kvalitetu i nutritivni sastav proizvoda (EFSA, 2009). Podnositelj zahtjeva preporučio je kako bi udio chia sjemenki (u cijelom obliku ili mljevene) u raznim vrstama kruha trebao iznositi 5%, što je utemeljeno na prosječnoj konzumaciji kruha u Ujedinjenom Kraljevstvu, a prema tim vrijednostima, dnevni unos chia sjemenki iz kruha kod odraslih osoba iznosio bi od 5,1 g/dan do 11,6 g/dan (Henderson i sur., 2002). Države članice i EFSA zaključile su kako te vrijednosti nisu reprezentativne za cijelu Europsku Uniju te je podnositelj zahtjeva dodatno priložio prosječnu konzumaciju kruha u 17 država članica. Prema prosječnoj konzumaciji kruha najviše je odstupala Bugarska (301 g/dan), a ostale države članice prosječno su konzumirale 181 g/dan kruha što je veća količina u odnosu na stanovnike Ujedinjenog Kraljevstva (140 g/dan).



**Slika 3** Chia sjemenke (Muñoz i sur., 2013)

Iako su u prvotnom zahtjevu za odobrenje chia sjemenki (Slika 3), 2003. godine, navedeni dokazi o povijesti sigurne uporabe chia sjemenki u trećoj zemlji, što bi uvelike olakšalo stavljanje proizvoda sa chia sjemenkama na tržište, Znanstveni odbor za hranu (SCF) zaključio je kako nema dovoljno podataka kojima bi se mogla dokazati povijest sigurne uporabe u trećoj zemlji (EFSA, 2005).

Novi podnositelj zahtjeva stoga je bio dužan priložiti podatke o proizvodima već prisutnim na svjetskom tržištu (priloženi su podaci za USA, Kanadu, Meksiko, Čile, Australiju, Novi Zeland te određene azijske države). Podnositelj zahtjeva također je smatrao kako se povijest

sigurne uporabe može utemeljiti na činjenici kako ne postoje dokazi o štetnim učincima chia sjemenki na zdravlje ljudi, poput toksičnih učinaka, alergija ili prisutnih antinutrijenata. Laboratorijske studije toksičnosti na životinjama, jednostruko slijepe studije na ljudima te dostatni dokazi o povijesti sigurne uporabe, pokazali su kako konzumacija chia sjemenki nema štetnih učinaka na zdravlje ljudi. Time se zaključilo kako maksimalni udio od 5% chia sjemenki u kruhu ne predstavlja opasnost za potrošača, te se odobrila njihova uporaba u navedenoj količini. Potrebno je naglasiti kako se alergijski potencijal chia sjemenki ne može sa sigurnošću predvidjeti, stoga je moguća pojava alergija kod osoba alergičnih na kikiriki ili sezam.

U travnju 2011. godine podnesen je novi zahtjev nadležnim tijelima Ujedinjenog Kraljevstva, kojim se zatražila dozvola za proširenje uporabe chia sjemenki kao nove hrane na europskom tržištu. Zahtjev se odnosio na povećanje udjela chia sjemenki sa 5 na 10% u pekarskim proizvodima, dodavanje chia sjemenki u istom postotku u žitarice za doručak te u mješavine suhog voća i orašastih plodova (Tablica 4). Osim toga, tvrtka je tražila odobrenje za stavljanje na tržište pakiranih chia sjemenki, s naglaskom na preporučeni dnevni unos od 15 g. Zahtjev je prihvaćen u siječnju 2013. godine s obzirom na to da je podnositelja zahtjeva zadovoljio sve tražene uvjete te je zaključeno kako je preporučena količina chia sjemenki u navedenim proizvodima sigurna za konzumaciju.

**Tablica 4** Odobrene uporabe chia sjemenki (EU Commission, 2013.)

<b>Prehrambeni proizvod</b>	<b>Najviša dopuštena razina uporabe</b>
<b>Pekarski proizvodi</b>	10%
<b>Žitarice za doručak</b>	10%
<b>Sušeno voće, orašasti plodovi ili mješavine istih</b>	10%
<b>Pakirane chia sjemenke</b>	15 g/dan

Ubrzo nakon toga, podnesen je još jedan zahtjev za proširenje proizvoda u koje se mogu dodavati chia sjemenke. Ovaj put, podnositelj zahtjeva zatražio je odobrenje za dodavanje mljevenih chia sjemenki u voćne sokove i smoothije u količini od 15 g na 450 ml gotovog proizvoda (FSAI, 2015). Ako se uzme u obzir kako prosječna konzumacija voćnih sokova u Ujedinjenom Kraljevstvu iznosi otprilike 17,6 litara godišnje po osobi, dodana količina chia sjemenki u sokove bila bi ekvivalentna unosu 1,61 g chia sjemenki na dan što je puno manje

od preporučenog dnevnog unosa od 15 g. Chia sjemenke koje se koriste u navedenim proizvodima organski su uzgojene, nakon žetve mehanički očišćene, a uzorkovanjem se kontrolira i osigurava njihova kvaliteta. Mljevene chia sjemenke se prije dodavanja u voćne sokove ili smoothije namaču u vodi, a nakon toga slijedi postupak pasterizacije, kako bi se osigurala sigurnost i kvaliteta konačnog proizvoda, te se provode mikrobiološke metode analize uzoraka chia sjemenki, voćnih sokova i na kraju gotovih proizvoda. Zahtjev je odobren 2015. godine.

## 6. Fizikalno-kemijska svojstva chia sjemenki

Biljni proteinski izolati postaju sve poželjniji u prehrambenoj industriji jer zbog svojih funkcionalnih svojstva mogu znatno poboljšati nutritivnu vrijednost konačnog proizvoda. Kako bi se odredila funkcionalna svojstva proteina chia sjemenki često se provodi postupak denaturacije kojim se utječe i na njihovu probavljivost. Utvrđeno je da proteinski izolat chia sjemenki ima jako dobar kapacitet vezanja vode (*Water-holding capacity*, WHC) u iznosu od 4,06 g/g te odličan kapacitet vezanja ulja (*Oil-holding capacity*, OHC) u iznosu od 4,04 g/g (Olivos-Lugo i sur., 2010). Zbog navedenih svojstva, izolati proteina chia sjemenki mogli bi biti korisni kao aditivi u proizvodnji kobasica kako bi se poboljšala njihova tekstura, u pekarskim proizvodima, a bili bi pogodni i kao emulgatori. Osim toga, proteinski izolati pokazali su se termički vrlo stabilni te do denaturacije globulina dolazi tek pri otprilike 125 °C, što ih čini frakcijom s najvećom toplinskom stabilnošću (Olivos-Lugo i sur., 2010). Navedena toplinska stabilnost globulinske frakcije objašnjava se prisutnošću velikog broja hidrofobnih veza, čija jačina raste povišenjem temperature.

Također, frakcija bogata proteinima izolirana iz chia sjemenki pokazala je sposobnost stvaranja emulzija u vrijednosti od 50-56% neovisno o pH vrijednosti, a stabilnost emulzije iznosila je 92% pri višem pH (pH 8 i 10). Frakcija bogata proteinima nije se pokazala kao dobro sredstvo za pjenjenje (29% nastale pjene), ali je stabilnost pjene iznosila 80% čime bi proteinska frakcija bila pogodna kao stabilizator pjene u prehrambenim proizvodima (Valdivia-López i Tecante, 2015).

Osim toga, pokazalo se kako dodatkom glicerola ili sorbitola, proteini chia sjemenki imaju sposobnost stvarati čvrste filmove (Valdivia-López i Tecante, 2015). Takvi filmovi imaju jako dobra svojstva u odnosu na sintetske filmove i slabo propuštaju kisik što je iznimno bitno u

očuvanju kvalitete proizvoda. Kisik je ključan supstrat u procesima oksidacije te time utječe na promjene okusa, boje, mirisa i nutritivnog sastava konačnih proizvoda. Dodatak filmova chia sjemenki tijekom proizvodnje mogao bi poboljšati kvalitetu proizvoda i produljiti njihov rok trajanja.

Također se pokazalo kako bi se zahvaljujući sposobnosti stvaranja gelaste strukture, chia sjemenke mogle koristiti u prehrambenoj industriji kao hidrokolid. Hidrokolidi su polimerni spojevi velikih molarnih masa, koji otopljeni ili dispergirani u vodi mijenjaju njena fizikalna svojstva. S obzirom na to da na sebe vežu veliku količinu vode i pritom bubre, imaju sposobnost stvaranja viskoznih otopina različitih gustoća ili gelove čvrste strukture. Osim toga, potpomažu stvaranju emulzije, stvaraju filmove, djeluju kao stabilizatori emulzija i suspenzija, te sprječavaju sinerezu (Lelas, 2008).

Chia sjemenke zbog velikog udjela vlakana koje sadrže imaju sposobnost upijanja vode i do 12 puta više u odnosu na njihovu masu, stvaraju gelastu strukturu što ih čini pogodnim kao sirovina u prehrambenoj industriji (Muñoz i sur., 2012). Gel chia sjemenki zapravo se nalazi u vanjskom omotaču te je čvrsto vezan za sjemenku i nije ga lako odvojiti, što bi moglo predstavljati problem prilikom proizvodnje te stoga predstavlja ograničavajući faktor uporabe gela chia sjemenki u prehrambenoj industriji o kojem treba voditi računa.

Capitani i suradnici (2015) proučavali su utjecaj različitih metoda ekstrakcije na sastav gela chia sjemenki. Prva metoda uključivala je namakanje chia sjemenki u vodi te njihovu liofilizaciju i mehaničko odvajanje suhog gela od sjemenke. Takav sirovi gel chia sjemenki sadržavao je 9,37% vode, 18,85% proteina, 11,42% vlakana, 3,22% ulja, 10,27% mineralnog ostatka i 56,24% ugljikohidrata. Druga metoda uključivala je namakanje u vodi chia sjemenki uz miješanje, a gel se odvojio vakuum filtracijom. Nakon toga je otopina gela koncentrirana na vakuum evaporatoru te liofilizirana, a sirovi gel sadržavao je 11,08% vode, 6,79% proteina, 17,97% vlakana, 0,88% ulja, 9,75% mineralnog ostatka, te 64,61% ugljikohidrata. Druga metoda izolacije gela chia sjemenki pokazala se pogodnijom jer se njome dobije gel bolje čistoće s većim udjelom vlakana. S obzirom na to da je gel chia sjemenki vrlo stabilan pri velikom rasponu temperatura i vlage, moguća je njegova uporaba prilikom mikrokapsuliranja bioaktivnih tvari procesom sušenja raspršivanjem u struji toplog zraka (Valdivia-López i Tecante, 2015).

Segura-Campos i suradnici (2014) proučavali su svojstva dvije frakcije chia sjemenki, djelomično odmašćenog gela (*Partly Defatted Chia Gum*, PDCG) i neodmašćenog gela (*Fatted Chia Gum*, FCG). Gel su odvojili od sjemenki ekstrakcijom sa otopinom uree, a dobiveni gel sastojao se od ponavljajućih jedinica  $\beta$ -D-ksilopiranozila,  $\alpha$ -D-glukopiranozila i 4-

O-metil- $\alpha$ -D-glukopiranoziluronske kiseline u omjeru 2:1:1. Djelomično odmašćeni gel imao je veći udio proteina i ugljikohidrata u odnosu na neodmašćeni te je njegov kapacitet vezanja vode iznosio 110,5 g vode/g vlakna, a adsorpcija 0,84 g vode/g vlakna. Neodmašćeni gel imao je veći udio vlakana i ulja, kapacitet vezanja ulja u iznosu od 25,7 g ulja/g vlakna te adsorpciju od 44 g vode/g vlakna. Udio topljivih vlakna i denaturiranih proteina u djelomično odmašćenom gelu pridonio je visokoj vrijednosti kapaciteta vezanja vode, a visok udio ulja u neodmašćenom gelu pridonio je većem kapacitetu zadržavanja ulja. Ako se uzme u obzir da hidrokoloidi koji sadrže proteine (npr. želatina) djeluju kao dobri stabilizatori zbog prisutnosti hidrofobnih grupa i hidrofilnih grupa koje smanjuju površinsku napetost te povoljno djeluju na teksturu proizvoda, moguća je uporaba gela chia sjemenki u prehrambenoj industriji kao stabilizatora i emulgatora.

Coorey i suradnici (2014) također su proučavali svojstva gela chia sjemenki i utvrdili da je kapacitet vezanja vode neodmašćenog gela iznosio 266 g vode/g uzorka, a kapacitet vezanja ulja iznosio je 58,6 g/g uzorka što je puno veći iznos u odnosu na rezultate ostalih istraživanja. Stabilnost emulzije gela chia sjemenki iznosila je 69,83% što je bolje u odnosu na guar gumu (35,17%) koja se često koristi kao ugušćivač i stabilizator u prehrambenim proizvodima upravo zbog dobre sposobnosti želiranja. Gel chia sjemenki također je vrlo stabilan prilikom procesa zamrzavanja i odmrzavanja te bi stoga bio pogodan za proizvodnju smrznutih proizvoda poput sladoleda (Coorey i sur., 2014). Navedena fizikalno-kemijska svojstva chia sjemenki ukazuju na to kako bi mogle biti odlična sirovina u prehrambenoj industriji te se mogu smatrati novim funkcionalnim sastojkom pri proizvodnji prehrambenih proizvoda.

## **7. Upotreba i potencijal chia sjemenki u prehrambenoj industriji**

Popularnost chia sjemenki na europskom tržištu sve više raste, prvenstveno zbog njihovog kemijskog sastava i pozitivnog utjecaja na zdravlje ljudi. Kako su chia sjemenke relativno nova namirnica u Europi, sve se više pojavljuje potreba prehrambene industrije za korištenjem sjemenki u novim proizvodima. Prehrambena industrija koristi činjenicu kako chia sjemenke predstavljaju dobar izvor  $\omega$ -3-masnih kiselina i vlakana te su zbog toga novi proizvodi koji sadrže chia sjemenke vrlo privlačni potrošačima. Biljka chia ne uzgaja se u

Europi, te je potrebno uvoziti chia sjemenke iz zemalja u kojima chia raste. Glavni izvoznici chia sjemenki u Europu su Paragvaj, Argentina, Bolivija, Peru i Meksiko, a u manjem udjelu i Australija, Nikaragva, te Ekvador (CBI, 2017). Uvoz chia sjemenki u Europu porastao je s 3485 tona 2012. godine na 11838 tona 2015. godine (CBI, 2017). Od zemalja koje najviše uvoze chia sjemenke ističu se Njemačka, koja uvozi više od 50% ukupno uvezene količine, nakon koje slijede Nizozemska, Ujedinjeno Kraljevstvo i Španjolska, a sve više raste popularnost chia sjemenki u skandinavskim zemljama.

Nakon što je 2009. godine Europska komisija odobrila uporabu chia sjemenki u proizvodnji kruha, a kasnije je odobren i zahtjev za proširenje proizvoda u koje se smiju dodavati, opseg proizvoda koji sadrže chia sjemenke postao je sve veći, a samim time i njihova potražnja je znatno porasla. Danas su na tržištu Europske Unije, ali i diljem svijeta prisutni brojni proizvodi koji u svom sastavu sadrže chia sjemenke, poput kruha i ostalih pekarskih proizvoda, tortilja, čokolada, jogurta, voćnih sokova, žitarica za doručak i slično (Slika 4).

Ono što ide u prilog proizvodima koji sadrže chia sjemenke, odnosno samim chia sjemenkama, jest činjenica da ne sadrže česte alergene koji su prisutni u prehrambenim proizvodima, jaja i mlijeko, a osim toga ne sadrže gluten. Osim što su chia sjemenke izvrstan izbor u prehrani osoba koje boluju od celijakije te zbog toga ne smiju konzumirati gluten, vrlo su zanimljiva namirnica i ostalim osobama koje svojevrijedno izbjegavaju konzumaciju glutena, s obzirom na to da prehrana bez glutena danas postaje sve popularnija. Osim toga, chia sjemenke predstavljaju dobar izvor proteina i vlakana, te imaju dobar vitaminsko-mineralni sastav, što ih čini poželjnom namirnicom u prehrani vegana i vegetarijanaca. Sve navedeno osigurava chia sjemenkama velik potencijal u prehrambenoj industriji.



**Slika 4** Sokovi od voća i povrća sa chia sjemenkama (Anonymous, 2017)

Kako danas sve više raste potražnja za funkcionalnim proizvodima čijom bi se konzumacijom moglo utjecati na smanjenje pojave kardiovaskularnih bolesti, počele su se tražiti adekvatne zamjene za masti u proizvodima. Masti najviše doprinose samoj aromi i okusu proizvoda, te također povoljno utječu na teksturu i izgled, stoga je vrlo teško pronaći namirnicu koja bi se mogla upotrijebiti kao zamjena za mast u svrhu proizvodnje nisko masnih proizvoda. U prehrambenoj industriji kao zamjena za mast najčešće se koriste ugljikohidrati i emulgatori, a pokazalo se kako bi chia sjemenke također mogle biti korisne u tu svrhu.

Borneo i suradnici (2010) proučavali su utjecaj zamjene jaja ili ulja u mješavini za pripremu torte s gelom chia sjemenki te su odredili utjecaj chia sjemenki na kemijski sastav, funkcionalna svojstva i senzorske karakteristike gotovih proizvoda. Gel chia sjemenki dodan je u smjesu za torte umjesto jaja ili ulja u količini od 25, 50 i 75%. Zamjena jaja s gelom chia sjemenki utjecala je na kemijski sastav torte tako da se neznatno smanjio ukupan udio masti, znatno se povećao udio  $\omega$ -3-masnih kiselina, a smanjio udio kolesterola. Dodatkom 50% gela chia sjemenki kao zamjena za ulje u torti došlo je do smanjena energetske vrijednosti torte za 36 kcal/100 g, te se smanjio udio zasićenih masnih kiselina, a povećao udio  $\omega$ -3-masnih kiselina. Tekstura i okus značajno su se razlikovali kada je u tortu dodan gel chia sjemenki u odnosu na tortu s jajima ili uljem, ali tek kada je gel bio dodan u udjelu od 50 i 75%. Dodatak gela u tortu u udjelu od 25% nije utjecao na senzorske karakteristike torte, ali se poboljšao njen kemijski sastav, stoga je moguća uporaba gela chia sjemenki u mješavinama za pripremu torte kao zamjena za jaja ili ulje (Borneo i sur., 2010).

Proučavalo se i kako bi dodatak brašna od chia sjemenki u proizvodnji čipsa utjecao na kvalitetu proizvoda, odnosno može li se proizvesti čips koji bi sadržavao  $\omega$ -3-masne kiseline i prehrambena vlakna. Brašno chia sjemenki dodano je u udjelima od 5, 10, 12 i 15% u smjesu za proizvodnju čipsa, a potrošačima najprihvatljiviji bio je čips sa 5% brašna chia sjemenki jer nije bilo znatne razlike u senzorskim karakteristikama u odnosu na originalni čips, a udio vlakana u takvom čipsu iznosio bi 3%, antioksidansa 6%, kalcija 40 mg/100 g proizvoda i  $\omega$ -3-masnih kiselina 15 mg/100 g proizvoda (Coorey i sur., 2012).

Ipak najčešći proizvod u koji se dodaju chia sjemenke je kruh, a pokazalo se kako zamjena dijela bijelog brašna s brašnom chia sjemenki (7,8 g/100 g) ili chia sjemenkama (11,0 g/100 g) znatno utječe na kemijski sastav kruha. Smanjuje se udio zasićenih masnih kiselina (24-27%), a raste udio višestruko nezasićenih masnih kiselina, s time da je dodatkom chia sjemenki taj porast iznosio 288,1%, a dodatkom brašna chia sjemenki 206,9% (Suri i sur.,



2016). Kruh koji sadrži chia sjemenke bogatiji je prehrambenim vlaknima i  $\omega$ -3-masnim kiselinama u odnosu na kruh proizveden isključivo od bijelog brašna.

Također su proučavana nutritivna svojstva i senzorske karakteristike kruha u koji je dodano brašno chia sjemenki u kombinaciji sa pšeničnim glutenom. Kruh u koji je dodano brašno chia sjemenki u udjelu od 10%, te gluten u udjelu od 2% sadržavao je 26% više masti, 19% više proteina i 11% više mineralnih tvari u odnosu na kruh bez chia sjemenki. Također je takav kruh imao puno bolji omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3-masnih kiselina, a potrošačima je bio jednako prihvatljiv kao i bijeli kruh (Luna-Pizzaro i sur., 2015).

Dodatak brašna od chia sjemenki u smjesu za pripremu kukuruznih tortilja imao je veliki utjecaj na povećanje udjela proteina, lipida i prehrambenih vlakana, te se pokazalo kako se takve tortilje nakon konzumacije sporije probavljaju, te time ne utječu na brzi porast koncentracije glukoze u krvi (Valdivia-López i Tecante, 2015). Osim toga, dodatak chia sjemenki u tortilje nije imao negativan utjecaj na senzorske karakteristike proizvoda, zbog čega navedeni proizvod ima dobar potencijal da postane nova funkcionalna hrana.

Chia sjemenke se također mogu dodavati i u smjese za ishranu životinja namijenjenih za ljudsku prehranu, čime se smanjuje udio kolesterola, a povećava udio  $\omega$ -3-masnih kiselina u mesu peradi i jajima. Istraživanje koje je proučavalo komparativni utjecaj hranjenja kokoši sa chia sjemenkama, te lanenim sjemenkama pokazalo je kako su jaja kokoši koje su bile hranjene chia sjemenkama imala veći udio  $\alpha$ -linolenske masne kiseline u odnosu na jaja kokoši hranjenih lanenim sjemenkama (Ali i sur., 2012). Osim toga, lanene sjemenke sadrže antinutrijente koji mogu negativno utjecati na kvalitetu mesa životinja, što nije slučaj kod chia sjemenki, a jedini problem u korištenju chia sjemenki u prehrani životinja je njihova viša cijena u odnosu na lanene sjemenke. Osim u prehrani, sve se više počinje istraživati primjena ulja chia sjemenki u kozmetičkoj industriji. Naime,  $\omega$ -3-masne kiseline prisutne u sjemenkama chia, utječu na brojne biološke funkcije kože, poput zadržavanja optimalne vlažnosti kože, te sprječavaju oštećenja i vrše obnovu vanjskog sloja kože.

## **8. Utjecaj konzumacije chia sjemenki na zdravlje ljudi**

Danas se u svijetu velika pažnja pridaje razvoju funkcionalnih proizvoda budući da se sve veći broj ljudi počeo brinuti za vlastito zdravlje promjenom životnog stila. Ta činjenica nije začuđujuća ako se uzme u obzir kako je u svijetu sve veća prevalencija nezaraznih kroničnih

bolesti, poput kardiovaskularnih bolesti, hipertenzije, pretilosti, dijabetesa tipa II, raka i sl. Veliki utjecaj na pojavu navedenih bolesti ima današnji sjedilački način života i neadekvatna prehrana bogata industrijski prerađenim namirnicama koje obiluju jednostavnim šećerima i *trans* mastima. Funkcionalna hrana je hrana koja dokazano ima povoljan utjecaj na zdravlje ljudi, odnosno hrana koja povoljno djeluje na jednu ili više funkcija organizma, a znanstveno je potvrđeno da sadrži biološki aktivne tvari. To može biti prirodno nutritivno vrijedna hrana, hrana obogaćena funkcionalnim sastojcima ili hrana kojoj su modificirana svojstva ili bioraspoloživost pojedinih sastojaka.

Chia sjemenke mogu znatno doprinijeti kemijskom sastavu proizvoda u koje se dodaju, te se time spektar njihove uporabe znatno proširuje. Sve se više provode istraživanja koja proučavaju utjecaj konzumacije chia sjemenki na zdravlje ljudi s obzirom na to da rastu potrebe za prirodno nutritivno vrijednim namirnicama. Najviše se pridaje pažnja omega-3-masnim kiselinama koje chia sjemenke sadrže, velikom udjelu prehrambenih vlakana te prisutnosti polifenolnih spojeva. Povećani udio omega-3-masnih kiselina u prehrani povezuje se sa smanjenim rizikom od pojave kardiovaskularnih bolesti, što se najviše odnosi na dostatan unos EPA i DHA, s obzirom na to da su navedene dugolančane masne kiseline prekursori eikosanoida koji imaju protuupalno djelovanje. Najbolji prehrambeni izvor EPA i DHA je riba, te je zbog toga prehrambeni unos  $\omega$ -3-masnih kiselina najčešće nedostatan jer kvalitetni riblji proizvodi nisu svima dostupni. Samo se manji udio esencijalne  $\alpha$ -linolenske masne kiseline u organizmu konvertira u EPA i DHA, međutim ovdje je bitno naglasiti da se njen pozitivan učinak očituje prvenstveno u tome što se smanjuje omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3-masnih kiselina u prehrani.

Iako su studije na ljudima još uvijek limitirane i nema dovoljno dokaza koji bi u potpunosti potvrdili djelovanje chia sjemenki na ljudski organizam, dosad provedene studije pripisuju pozitivna svojstva chia sjemenkama. U preglednom radu koji je proučavao povijesnu uporabu chia sjemenki, te dosad provedene studije na životinjama i ljudima zaključeno je kako chia sjemenke djeluju antiupalno te mogu pozitivno utjecati na alergije, anginu, sportsku izvedbu, rak, celijakiju, zatvor, bolesti krvožilnog sustava, hipertenziju, dijabetes tipa II, hiperlipidemiju, upale, srčani udar, hormonalne disfunkcije, pretilost i ostalo (Ulbricht i sur., 2009).

Proučavan je učinak konzumacije mljevenih chia sjemenki na udio ALA i EPA u plazmi ljudi tijekom sedam tjedana u količini od 25 g na dan, a rezultati su pokazali kako se u krvnoj plazmi ispitanika povećao udio EPA za 30% i ALA za 138% (Jin i sur., 2012). Navedeni rezultati idu u prilog zdravstvenom učinku chia sjemenki, iako se nije pokazao njihov utjecaj

na smanjenje indeksa tjelesne mase. Chia sjemenke time bi mogle predstavljati dobar alternativni izvor  $\omega$ -3-masnih kiselina kod osoba koje svojevrijem ne konzumiraju riblje proizvode ili su alergični na njih.

Osim što vlakna prisutna u chia sjemenkama pokazuju dobra funkcionalna svojstva za uporabu u prehrambenoj industriji, također imaju i povoljan utjecaj na zdravlje ljudi. Vuskan i suradnici (2007) proveli su kontroliranu randomiziranu kliničku studiju u kojoj su proučavali utjecaj konzumacije 37 g/dan chia sjemenki na zdravlje osoba koje boluju od dijabetesa tipa II. Rezultati su pokazali kako je konzumacija chia sjemenki imala pozitivan utjecaj na kontrolu hiperglikemije i snižavanje sistoličkog krvnog tlaka kod ispitanika u prosjeku za 6 mmHg, što se povezuje s visokim udjelom vlakana. Osim toga, došlo je do povećanja udjela ALA i EPA u krvnoj plazmi te se pokazalo kako chia sjemenke imaju antiupalno i antikoagulantno djelovanje. Konzumacija chia sjemenki također ima utjecaj na postprandijalno smanjenje koncentracije glukoze u krvi i duži osjećaj sitosti (Vuskan i sur., 2010).

Svojstvu chia sjemenki da utječu na smanjenje krvnog tlaka također se pripisuje prisutnost bioaktivnih peptida koji su nakon procesa hidrolize i ultra-filtracije testirani na ACE-I inhibitorni učinak. Angiotenzin konvertirajući enzim (ACE) je karboksipeptidaza koja se nalazi na površini epitelnih i endotelih stanica. Katalizira pretvorbu angiotenzina I (neaktivna forma) u angiotenzin II (aktivna forma) koji uzrokuje suženje krvnih žila te samim time povećanje krvnog tlaka. ACE inhibitori danas spadaju u glavne lijekove za kontrolu krvnog tlaka, iako imaju mnogo popratnih nuspojava te su stoga prirodni izvori koji djeluju kao ACE inhibitori sve traženiji na tržištu. Hidrolizat proteina chia sjemenki pokazao je inhibiciju ACE u iznosu od 58,46% , a ultra-filtrirana frakcija 69,31% (Segura-Campos i sur., 2013). Ugrađivanje hidrolizata proteina chia sjemenki kao bioaktivnog sastojka u prehrambene proizvode moglo bi imati povoljan učinak na smanjenje krvnog tlaka s obzirom na to da hidrolizirane frakcije imaju mogućnost inhibicije ACE.

Djelovanje chia sjemenki na imunološki sustav proučavalo se na miševima, te se mjerila koncentracija serumskog IgE. Kod miševa koji su bili hranjeni chia sjemenkama, koncentracija IgE znatno je porasla u odnosu na skupinu miševa koji nisu bili hranjeni chia sjemenkama, a nije bilo razlike u tjelesnoj masi (Fernandez i sur., 2008).

Moguća upotreba chia sjemenki je njihova konzumacija u cijelom obliku ili kao sastavni dio raznih prehrambenih proizvoda dostupnih na tržištu. Osim toga, kako se chia sjemenke mogu koristiti i u prehrani životinja, time također mogu povoljno utjecati na zdravlje ljudi ukoliko se konzumiraju meso ili jaja životinja hranjenih chia sjemenkama. Ulje chia sjemenki

može se koristiti u farmaceutskoj industriji za proizvodnju raznih dodataka prehrani na bazi  $\omega$ -3-masnih kiselina, ali i u proizvodnji preparata za njegu kože.

Iako chia sjemenke imaju brojne povoljne utjecaje na zdravlje ljudi poput smanjenja rizika za razvoj bolesti krvožilnog sustava, kontrole koncentracije glukoze u krvi, povoljnog utjecaja na probavu, potrebno je provesti još mnogo kontroliranih kliničkih studija kojima bi se dokazao povoljan učinak chia sjemenki na zdravlje ljudi. Posebno bi bilo korisno provesti više studija kojima bi se proučavao utjecaj proteina chia sjemenki, koji sadrže sve esencijalne aminokiseline, na zdravlje ljudi jer su proteini zaslužni za brojne funkcije u organizmu poput zdravog rasta i razvoja, te obnavljanja tkiva.

## 9. Zaključak

Chia sjemenke prepoznate su na europskom tržištu kao nova funkcionalna hrana prvenstveno zbog svojeg odličnog kemijskog sastava. Chia sjemenke predstavljaju dobar izvor  $\omega$ -3-masnih kiselina, prehrambenih vlakana, visoko kvalitetnih proteina te vitamina i minerala.

Osim toga, novija znanstvena istraživanja sve više pažnje pridaju otkrivanju novih fenolnih spojeva koji imaju antioksidacijsko djelovanje, što povećava vrijednost chia sjemenki u prehrani ljudi, a osim toga sudjeluju u očuvanju sjemenki od oksidacijskog kvarenja.

Chia sjemenke imaju velik potencijal za uporabu u prehrambenoj industriji zbog visoke sposobnosti stvaranja emulzije i vezanja vode, a osim toga djeluju kao stabilizatori emulzija i suspenzija te imaju sposobnost stvaranja filmova. Također, sve se više proučava potencijal chia sjemenki u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji.

Na temelju dostupnih znanstvenih istraživanja, konzumacija chia sjemenki pokazala se djelotvornom u prevenciji kardiovaskularnih bolesti, smanjenju krvnog tlaka i kontroli koncentracije glukoze u krvi. Međutim, potrebno je provesti još mnogo kontroliranih kliničkih studija kojima bi se mogli potvrditi svi potencijalno povoljni učinci konzumacije chia sjemenki na ljudsko zdravlje.

Zbog svih navedenih činjenica, chia sjemenke predstavljaju novi funkcionalni sastojak, a njihova konzumacija dokazano doprinosi boljem zdravlju te su pogodne za uporabu u raznim vrstama industrija.

## 10. Popis literature

Ali N. M., Yeap S. K., Ho W. Y., Beh B. K., Tan S. W., Tan S. G. (2012) The promising future of Chia, *Salvia hispanica* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* doi:10.1155/2012/171956.

Anonymous (2017) Sokovi od voća i povrća sa chia sjemenkama, <<http://www.beveragedaily.com/Ingredients/wow-chia-seed-based-drink-launch-in-UK>> Pristupljeno 4. lipnja 2017.

Ayerza R. (2010) Effects of seed color and growing locations on fatty acid content and composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes. *Journal of the American Oil Chemists Society* **87**: 1161-1165.

Ayerza R., Coates W. (2011) Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Industrial Crops and Products* **34**: 1366-1371.

Borneo R., Aguirre A., León A. E. (2010) Chia (*Salvia hispanica* L.) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association* **110**: 946-949.

Cahill J. P. (2003) Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). *Economic Botany* **57**: 604-618.

Capitani M. I., Corzo-Rios L. J., Chel-Guerrero L. A., Betancur-Ancona D. A., Nolasco S. M., Tomás M. C. (2015) Rheological properties of aqueous dispersions of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. *Journal of food engineering* **149**: 70-77.

CBI (2017) Ministry of Foreign Affairs. CBI - Centre for the Promotion of Imports, <<https://www.cbi.eu/market-information/oilseeds/chia-seeds/europe/>> Pristupljeno 10. svibnja 2017.

Ciftci O. N., Przybylski R., Rudzińska M. (2012) Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. *European Journal of Lipid Science and Technology* **114**: 794-800

Commission E. U. (2013) Commission Implementing Decision authorising an extension of use of Chia (*Salvia hispanica*) seed as a novel food ingredient under Regulation (EC) No

258/97 of the European Parliament and of the Council. *Official Journal of the European Union* C: 123.

Coorey R., Grant A., Jayasena V. (2012) Effects of chia flour incorporation on the nutritive quality and consumer acceptance of chips. *Journal of Food Research* **1**: 85-95.

Coorey R., Tjoe A., Jayasena V. (2014) Gelling properties of chia seed and flour. *Journal of Food Science* **79**: 859-866.

Dyerberg J., Bang O. H., Hjerne H. (1975) Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Skimos. *The American Journal of Clinical Nutrition* **28**: 958-996.

Edwards S. S. (1819) *Salvia hispanica*, Spanish sage. *Botanical Register* **5**: 359.

EFSA (European Food Safety Authority) (2005) Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the safety of Chia (*Salvia hispanica* L.) seed and ground whole Chia seed as a novel food ingredient intended for use in bread. *The EFSA Journal* **278**: 1-12.

EFSA (European Food Safety Authority) (2009) Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies on a request from the European Commission on the safety of "Chia seed (*Salvia hispanica*) and ground whole Chia seed" as a food ingredient. *The EFSA Journal* **996**: 1-26.

Fernandez I., Vidueiros S. M., Ayerza R., Coates W., Pallaro A. (2008) Impact of chia (*Salvia hispanica* L.) on the immune system: preliminary study. *The Proceedings of the Nutrition Society* doi:10.1017/S0029665108006216.

Food Safety Authority of Ireland (FSAI) (2015) Safety Assessment of Chia Seed (Extension of use).

Henderson L., Gregory J., Swan G. (2002) The National Diet and Nutrition Survey: adults aged 19-64 years. Types and quantities of foods consumed. Her Majesty's Stationery Office. ISBN:0116215666. London. England

Jin F., Nieman D. C., Sha E., Xie G., Qiu Y., Jia W. (2012) Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Journal of Plant Food Human Nutrition* **67**: 105-110.

Lelas V. (2008) *Procesi pripreme hrane*, Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb. str. 61

Luna-Pizarro P., Almeida E. L., Coelho A. S., Sammán N. C., Hubinger M. D., Chang Y. K. (2015) Functional bread with n-3 alpha linolenic acid from whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour. *Journal of Food Science and Technology* **52**: 4475-4482.

Oliveira-Alves S. C., Vendramini-Costa D. B., Betim Cazarin C. B., Maróstica Júnior M. R., Borges Ferreira J. P., Silva A. B., Prado M. A., Bronze M. R. (2017) Characterization of phenolic compounds in chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, fiber flour and oil. *Food Chemistry* doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.002>.

Olivos-Lugo B. L., Valdivia-López M.Á., Tecante A. (2010) Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). *Food Science and Technology International* **16**: 89-96.

Marlett J. A., McBurney M. I., Slavin J. L. (2002) Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association* **102**: 993-1000.

Martínez-Cruz O., Paredes-López O. (2014) Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* **1346**: 43-48.

Muñoz L. A., Cobos A., Diaz O., Aguilera J. M. (2012) Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of Food Engineering* **108**: 216-224.

Muñoz L. A., Cobos A., Diaz O., Aguilera J. M. (2013) Chia seed (*Salvia hispanica*): an ancient grain and a new functional food. *Food Reviews International* **29**: 394-408.

Reyes-Caudillo E., Tecante A., Valdivia-López M. A. (2008) Dietary fiber and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican Chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chemistry* **107**: 656-663.

Sapio O., Bueno M., Busilacchi H., Quiroga M., Severin C. (2012) Morphoanatomical characterization of *Salvia hispanica* L. (LAMIACEAE) leaf, stem, fruit and seed. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* **11**: 249-268.

Scapin G., Schmidt M. M., Prestes R. C., Rosa C. S. (2016) Phenolics compounds, flavonoids



and antioxidant activity of chia seed extracts (*Salvia hispanica*) obtained by different extraction conditions. *International Food Research Journal* **23**: 2341-2364.

Segura-Campos M. R., Ciau-Solís N., Rosado-Rubio G., Chel-Guerrero L., Betancur-Ancona D. (2014) Chemical and functional properties of chia seed (*Salvia hispanica* L.) gum. *International Journal of Food Science* **2014**, doi:10.1155/2014/241053

Simopoulos A. P. (2004) Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio and Chronic Diseases. *Food Reviews International* **20**: 77-90.

Sosa A., Ruiz G., Rana J., Gordillo G., West H., Sharma M., Liu X., Torre R. R. R. (2016) Chia crop (*Salvia hispanica* L.): its history and importance as a source of polyunsaturated fatty acids omega-3 around the world: a review. *Journal of Crop Research and Fertilizers* **1**: 1-9.

Suri S., Passi S. J., Goyat J. (2016) Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) – A new age functional food. *4th International Conference on Recent Innovations in Science Engineering and Management* 752-760.

Ulbricht C., Chao W., Nummy K., Rusie E., Tanguay-Colucci S., Iannuzzi C. M., Plammoottil J. B., Varghese M., Weissner W. (2009) Chia (*Salvia hispanica*): a systematic review by the natural standard research collaboration. *Reviews on Recent Clinical Trials* **4**: 168-174.

Ullah R., Nadeem M., Khalique A., Imran M., Mehmood S., Javid A., Hussain J. (2015) Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica* L.): a review. *Journal of Food Science and Technology* **53**: 1750-1758.

USDA (2017) NRCS, The PLANT Database. USDA – United States Department of Agriculture, <<https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=SAHI6>> Pristupljeno 5. svibnja 2017.

USDA (2017) National Nutrient Database for Standard Reference. USDA – United States Department of Agriculture, <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3610>> Pristupljeno 5. svibnja 2017.

Valdivia-López M. Á., Tecante A. (2015) Chia (*Salvia hispanica*): A review of native mexican seed and its nutritional and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research* **75**: 53-75.

Vuskan V., Whitman D., Sievenpiper J., Jenkins A., Rogovik A., Bazinet R., Vidgen E., Hanna

A. (2007) Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salba (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type-2 diabetes. *Diabetes Care* **30**: 2804-2810.

Vuskan V., Jenkins A. L., Dias A. G., Lee A. S., Jovanovski E., Rogovik A. L., Hanna A. (2010) Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: Possible explanation on the long-term effects of whole grain Salba (*Salvia hispanica* L.). *European Journal of Clinical Nutrition* **64**: 436-438.

## Izjava o izvornosti

*Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.*

---

ime i prezime studenta