

4

**Чија (*Salvia hispanica* L.) – биљна врста
изузетних нутрицеутских вриједности**

Ново Пржуљ



UDK 613.22:[664.788:641.564
DOI 10.7251/PRB2504103P

Цитирање: Пржуљ Н (2025) Чија (*Salvia hispanica* L.) – биљна врста изузетних нутрицеутских вриједности. У: Пржуљ Н, Грујић Р (уредници) Нутрицеутске гајене биљке. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LXV:103–130

Cite as: Pržulj N (2025) Chia (*Salvia hispanica* L.) – A Plant Species with Exceptional Nutraceutical Value. In: Pržulj N, Grujić R (eds) Nutraceutical cultivated plants. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LXV:103–130

Сажетак. Чија (*Salvia hispanica*) једногодишња је зељаста биљка чије је зрно било основна храна Астека и Маја. Центар поријекла ове биљке је јужно Мексико и сјеверна Гватемала. Данас се чија комерцијално гаји у Аустралији, Мексику, Боливији, Перуу, Аргентини, Еквадору, Гватемали и Европи. Чија садржи 15–25% протеина, 30–33% масти, 26–41% угљених хидрата, 18–30% дијеталних влакана, и 4–5% пепела, те велику количину витамина, минерала и антиоксиданата. Дијетална влакна чине више од 35% укупне масе зрна (нерастворљива 92% и растворљива 8%), што је знатно више од садржаја дијеталних влакана у житима и уљарицама. Протеини чије садрже свих десет есенцијалних аминокиселина. У зрну чије има око 25–38% уља, што га чини најбогатијим ботаничким извором омега-3 линолеинске киселине од било ког идентификованог биљног извора. И вегетативни дијелови биљке, посебно листови, имају висок садржај полинезасићених масних киселина и других етеричних уља, због чега представљају одличну сировину у исхрани преживара. Чија је изванредан извор минерала као што су калијум, цинк, калцијум, фосфор и бакар. Од витамина чија садржи ниацин, тиамин и рибофлавин. У зрну је утврђено присуство каротеноида, стерола, токоферола и фенолних једињења, укључујући кверцетин, мирицетин, каемпферол кафеинске киселине и хлороген. Од антиоксидативних једињења у зрну чије утврђен је највећи садржај рузмаринске киселине, а поред ње присутне су и протока-техуинска, кафеинска, гална и ферулна киселина, као и глицитин, генистин, глицитеин и генистеин. Фитати и трагови танина могу се наћи у релативно мањим количинама, али се антиоксидативна једињења, као што су витамин Е и каротеноиди, налазе у већим количинама. У свом непромијењеном или измијењеном облику, зрно чије сврстава се у функционалну храну. У фитохемикалије зрна чије, које имају особине функционалне хране, могу се сврстати каротеноиди, стероли, токофе-роли и фенолна једињења, укључујући кверцетин, мирицетин, кемпферол, кафеинске киселине и хлорогене. Фитохемикалије, саме или у комбинацији са другима, имају терапеутски потенцијал да ублаже или излијече различите болести, као што су неуродегенеративне болести, канцер, кардиоваскуларне болести, болести бубрега, као и дијабетес.

У овом раду дат је преглед најважнијих информација о поријеклу, гајењу и хемијском саставу зрна чије и истакнут утицај његове конзумације на здравље људи.

Кључне ријечи: *Salvia hispanica* L, протеини, дијетална влакна, масне киселине, антиоксидативна активност, нутрицеутске особине

4.1. Увод

Чија (*Salvia hispanica* L.) спада у групу зељастих биљака, сврстана у ред *Lamiales*, фамилију *Lamiaceae* (уснатице), супфамилију *Nepetoideae* и род *Salvia* (Cahill и Provance 2002; Artcos 2018). Назив чија потиче од старе астечке речи *chian*, што у преводу значи масно, уљасто. Латинско име рода *Salvia* потиче од глагола *salvere*, што у преводу значи спасити или излјечити, што се првенствено односи на главну биљку овога рода – љековиту жалфију, *Salvia officinalis*. Име врсте *Hispanica* упућује на америчке земље шпанског говорног подручја, одакле биљка потиче, као што су Мексико, Боливија, Гватемала, Аргентина и Парагвај. Генерални назив за биљку је *chia* и он се користи скоро у читавом свијету. У роду *Salvia* налази се приближно 900 врста које су се претходних више хиљада година прошириле у неколико региона у свијету, прије свега у јужној Африци, сјеверној, централној и јужној Америци и југоисточној Азији (Knez Hrnčić и сар. 2020). У литератури се наводи да су центар поријекла ове биљке јужна подручја Мексика и сјеверни дијелови Гватемале (Ayerza и Coates 2005). Данас се чија комерцијално гаји у Аустралији, Мексику, Боливији, Перуу, Аргентини, Еквадору, Гватемали и Европи (Coates и Ayerza 1996; Munoz и сар. 2013). Највећи свјетски произвођач ове биљке је Мексико (Grancieri и сар. 2019).



Сл. 4.1. Биљка, зрно и уље чије (Фото: Непознат)
Fig. 4.1. Plant, grain and oil of chia (Photo: Unknown)

Стабло биљке расте усправно, до 170 cm висине (Сл. 4.1). Листови су овални, назубљених ивица и зашиљеног врха, наизмјенично смјештени на кратким петељкама. Цвјетови су ситни (3–4 mm), хермафродитни, бијеле или љубичасто-плаве боје, распоређени на врху стабла у облику класа, што доприноси успјешнијој самооплодњи. Сјеменке су веома ситне, различитих боја и шара

– од бијеле, смеђе до црне, што им даје изглед змијске коже. Облик чија сјеменки је полуовалан, дужине око 1–2 mm, пречника у распону 0,8–1,3 mm и ширина 0,8–1,4 mm (Cahill и Provance 2002; Munoz и сар. 2012).

Значење назива ове биљке (масно, уље) упућује и на њену најважнију особину – њено зрно садржи масне киселине, и посебно је богато омега-3 масним киселинама. Зрно чије садржи полинезасићене масне киселине, дијетална влакна, витамине, калцијум, протеине у којима се налазе све есенцијалне аминокиселине и друге виталне минерале (Munoz и сар. 2013; Ullah и сар. 2016). У експанзији високоприносних, профитабилнијих биљака (пшеница, кукуруз, пиринач, соја), којима је подређена скоро комплетна биљна производња у свијету у посљедњем вијеку, и након експанзије појединих болести, човјек постаје свјестан посљедица једноличне и нутритивно мање квалитетне исхране. У трагању за нутритивно богатијим и квалитетнијим биљним врстама, човјек открива изузетну вриједност оних биљних врста које су користили, и чували од нестанка, његови преци – Астеци и Маје, а нису радили хемијску анализу биљака које су гајили, конзумирали и чували. Тако се и нутритивно савршена чија нашла у фокусу човјека који је уништио многе високовриједне биљке и животиње, и сада је почео комерцијално гајити и користити ову биљну врсту као функционалну храну за људе и храну за животиње (Saphier и сар. 2017; Agarwal и сар. 2023; Gabal 2024). Од тренутно познатих гајених биљака велики број истраживача (видјети референце у радовима: Orona-Tamayo и сар. 2017; Grancieri и сар. 2019; Rabail и сар. 2021, 2022; Zare и сар. 2024) зрно чије сматра једним од нутритивно најквалитетнијих и са највећим благодетима и повољним утицајима на људско тијело и ум – здравствене предности укључују позитиван утицај на пробавни систем, кожу, мишиће и кости, те доводи до смањења ризика од кардиоваскуларних болести, дијабетеса и ублажавања знакова старења (Ali и сар. 2012; Ullah и сар. 2016). Када се зрела зрна чије потопе у воду, из епидермалних ћелија особађа се слуз која формира гел око зрна (Muñoz и сар. 2012). Овај гел је природни феномен и основа за развој функционалних производа, као што су стабилизатори, емулгатори и згушњивачи (Coorey и сар. 2014). Посљедњих година посебна пажња је посвећена коришћењу чије у исхрани домаћих животиња ради побољшања нутрицеутских особина њихових продуката. Укључивањем чије у оброк крава побољшава се нутрацеутски профил млијека, јер се у њему повећава садржај полинезасићених масних киселина (*polyunsaturated fatty acids*, PUFAs), прије свега омега-3 масне киселине (Dewhurst и сар. 2006). Профил липида у млијеку може се брзо и јако промијенити храњењем животиња храном која има висок садржај омега-3 масних киселина (Dewhurst и сар. 2003), као и суплементацијом уљарица или морских уља (Chilliard и сар. 2001).

Због својих врхунских нутритивних, функционалних и здравствених предности, чија има огроман нутритивни и терапеутски потенцијал у исхрани људи и домаћих животиња, те фармацеутском и нутриционистичком сектору. Овај рад има за циљ да, на основу доступне литературе, сумира нутритивни профил чије, представи њене функционалне особине, предности у исхрани и позитивне ефекте на људско здравље.

4.2. Поријекло, гајење и дистрибуција чије

Чија је доместификована у предјелима јужног Мексика и Гватемали и заједно са штиром, киноом и кукурузом била је основа у исхрани Маја и Астека (Munoz и сар. 2013). У претколумбијској заједници једино су кукуруз и пасуљ гајени на већим површинама од чије (Sosa-Baldivia и сар. 2018). У Мексику чија се почела конзумирати 3500 година п. н. е., а у периоду 1500–900. године п. н. е. била је основна храна (Cahill 2003; Ayerza и Coates 2005). Маје и Астеци користили су зрно чије у припреми разноврсне хране и лијекова, у облику цијелог зрна и брашна. Брашно од печеног зрна, познато под називом *chian-pinolli*, мијешало се са кукурузним брашном и водом и правила се каша под називом *pinole*, или су се од каше пекле погачице на отвореном жару. Брашно чије користило се за прављење пића, тзв. *chianatoles*, које се пило током фестивала и церемонија. Као важна роба, сјеменом чије плаћао се данак астечким владарима. Dubernard (1991) наводи да се чија крајем старог и почетком новог вијека гајила и у западној мексичкој држави Синалоа. Након шпанске колонизације у периоду 1550–1810. године, површине под чијом су се стално смањивале, да би њено гајење било забрањено и ова биљна врста била суочена са изумирањем (Almoselhy и сар. 2024). Након овог сумрака према генетичким ресурсима и природним ресурсима који су власништво човјечанства десила се ренесанса чије као хране у Мексику у периоду 1810–1990. године, након чега се почела конзумирати као модерна храна у свијету (Anacleto и сар. 2016). Многобројне студије о чији, прије свега као извора полинезасићених масних киселина $\omega 3$, протеина и дијеталних влакана, допринијеле су њеном гајењу у више земаља широм свијета (Sosa-Baldivia и сар. 2016). Иако постоје и други извори хране (риба атлантски менхаден – *Brevoortia tyrannus*, лосос, алге, лан) који могу задовољити потребе човјека за PUFAs $\omega 3$, чија је сигурно, уз лан, најодрживији извор ових нутритијената, која се може директно конзумирати (Castro 2002; Sapio и сар. 2008).

Дневне потребе одраслих особа за PUFAs $\omega 3$ (Jeong и сар. 2024; Mukherjee и сар. 2024) могу се задовољити са 25–50 грама зрна чије (Vuksan и сар. 2007; Souza и сар. 2015). Због једноставности подмиривања потреба за PUFAs $\omega 3$

конзумирањем чије, свјетска потражња за овом гајеном биљком линеарно расте од 2014. године (De Falco и сар. 2017). Тржиште чије у 2024. години износило је 1,39 милијарди америчких долара, а предвиђа се да ће у 2033. износити 7,38 милијарди америчких долара (Renub Research 2025). Очекује се да ће растућа потражња за нутритивним и здравственим суплементима, као и повећана потражња за природним састојцима хране, покренути тржиште чија сјемена у годинама које долазе.

4.3. Нутритивне особине чије

Комерцијализација чије у Европи, САД и Канади недавно је добила посебан значај због нутритивних особина ове биљке. Европски савјет и Европски парламент одобрили су употребу чије као нове намирнице у количинама које не прелазе 10% у житима за доручак, печеним производима, орашастим плодовима и мјешавинама зрна и плодова (Commission 2009; 2013). Препорука чије у исхрани на глобалном нивоу посљедица је њених изузетних нутритивних вриједности – висок садржај протеина, дијеталних влакана, антиоксиданса, минерала и витамина. Чија садржи 15–25% протеина, 30–33% масти, 26–41% угљених хидрата, 18–30% дијеталних влакана, и 4–5% пепела, те велику количину витамина, минерала и антиоксиданата (Таб. 4.1) (Ixtaina и сар. 2008; Reyes-Caudillo и сар. 2008; Marineli и сар. 2015; Ikumi и сар. 2019).

Таб. 4.1. Нутритивна вриједност сјемена чије (Kulczynski и сар. 2019)

Table 4.1. Nutritional value of chia seeds (Kulczynski et al. 2019)

Нутритијенти	Садржај	
	САД	Jin и сар. (2012)
Енергија	486 kCal	562 kCal
Протеини	16,5 g/100 g	24,2 g/100 g
Укупне масти	30,7	40,2
Пепео	4,8	4,77
Угљени	42,1	26,9
хидрати	34,4	30,2
Дијетална	631 mg/100 g	456 mg/100 g
vlakna	7,7	9,18
Калцијум	335	449
Жељезо	860	919
Магнезијум	407	726
Фосфор	16,0	0,26
Калијум	4,6	6,47

Нутритијенти	Садржај	
	САД	Јин и сар. (2012)
Натријум	0,9	1,86
Цинк	2,7	3,79
Бакар	1,6	
Манган	0,6	
Витамин Ц	0,2	на
Тиамин	8,8	
Рифофлавин	0,5	
Ниацин	49 µg/100 g	на
Витамин Е		
фолиати		

на – није анализирано

Хемијски састав и нутритивна вриједност зрна јако варира у зависности од генотипа, локалитета, године и укупних агроеколошких фактора. Највише дијеталних влакана, масти, ω-3 масних киселина и протеина садржи зрно чије поријеклом из Мексика, подручја доместификације ове гајене биљке (Таб. 4.2) (Ayerza и Coates 2004).

Таб. 4.2. Нутритивни састав сјемена чије из различитих региона (Ikumi и сар. 2019)

Table 4.2. Nutritional composition of chia seeds from different regions (Ikumi et al. 2019)

Нутритивна компонента	Бразил	Мексико	Индија
Дијетална влакна (g/100 g)	33,37	41,41	18,51
Липиди (g/100 g)	32,16	35,13	28,1
18 : 2 (g/100 g)	5,69	2,43	6,4
18 : 3 (g/100 g)	20,37	68,52	64,0
Протеини (g/100 g)	18,18	24,11	20,76
Влага (g/100 g)	7,14	6,82	8,95
Угљени хидрати (g/100 g)	4,59	1,51	16,88
Укупан садржај фенола (mg)	0,97–0,99	0,76	на

на – није анализирано

4.3.1. Угљени хидрати и дијетална влакна

Постоје двије врсте угљених хидрата у зрну чије – дијетална влакна (*Dietary Fiber*, DF) и скроб. У проучавању угљених хидрата зрна чије углавном се истраживања односе на његова дијетална влакна (Silva и сар. 2019; Hassan и

сар. 2021; Mesías и сар. 2023). Дијетална влакна представљају биљне компоненте које људски организам не може сварити и апсорбовати, односно компоненте које релативно непромијењене пролазе кроз дигестивни тракт. Друге хранљиве материје – масти, протеини и други угљени хидрати, укључујући скроб и шећере, разлажу се у дигестивном тракту и организам их апсорбује.

Дијетална влакна се дефинишу као мјешавина комплекса сачињених од полимера биљних угљених хидрата – олигосахарида и полисахарида – целулозе, хемицелулозе, пектинских супстанци и гума, који могу бити повезани са лигнином и другим састојцима који нису угљени хидрати (нпр. полифеноли, воскови, сапонини, кутин, фитати, и резистентни протеин) (Elleuch и сар. 2011; Mesías и сар. 2023; Gabal 2024; Gebremeskal и сар. 2024). Дијетална влакна чине више од 35% укупне масе сјемена чије (Silva и сар. 2017), што је знатно више од садржаја дијеталних влакана у штиру (7,3%), кинои (7,0%) и кукурузу (8,3%) (Srichuwong и сар. 2017). Kulczynski и сар. (2019) утврдили су да садржај укупних дијеталних влакана (*Total Dietary Fiber*, TDF) код чије у износу од 33,04%, а код других жита и уљарица знатно ниже; зрно лана 22,30%, соје 15,00%, кукуруза 13,40%, пшенице 12,60% и сусама 7,79%.

Дијетална влакна могу се класификовати у растворљива (*Soluble Dietary Fiber*, SDF) (нпр. гуме, пектини, слузи и полисахариди алги) и нерастворљива (*Insoluble Dietary Fiber*, IDF) (нпр. целулоза, хемицелулоза, лигнин) (Coelho и Salas-Mellado 2014; Fernandes и De las Mercedes Salas-Mellado 2017; Suri и сар. 2016). Растворљива влакна се растварају у води, у желуцу формирају масу сличну гелу која успорава варење, а нерастворљива нису подложна промјенама у организму (Reyes-Caudillo и сар. 2008а, 2008б). Од укупног садржаја дијеталних влакана који се налази у зрну чије, нерастворљива обухватају 92%, а растворљива 8% (Dhingra и сар. 2012).

4.3.2. Протеини

У односу на уљарице и већину жита и псеудожита, зрно чије спада у групу са највећим садржајем протеина, 19–23% (Grancieri и сар. 2019). Протеини чије су носиоци неких функционалних особина ове биљке (Ayerza и Coates 2005). Анализа аминокиселинског састава потврдила је присуство десет есенцијалних (егзогених) аминокиселина, међу којима је највећи садржај аргинина, леуцина, фенилаланина, валина и лизина (Таб. 4.3). Према биохемичарима, једини извор есенцијалних аминокиселина су протеини који долазе из хране. Есенцијалне аминокиселине обезбјеђују производњу хормона, правилно функционисање нервног система, мишића и правилно одвијање метаболизма. Они су одговорни за ток биохемијских процеса у тијелу. Протеини у

зрну чије такође су богати неесенцијалним (ендогеним) аминокиселинама, углавном глутаминском и аспарагинском киселином, аланином, серином и глицином (Bushway и сар. 1981; Nitrayova и сар. 2014; USDA 2018). Организам човјека неесенцијалне аминокиселине самостално синтетише и није их нужно уносити храном. Зрно чије не садржи глутен, због чега га могу конзумирати пацијенти са целијакијом (Munoz и сар. 2013).

Таб. 4.3. Аминокиселински састав протеина зрна чије (Kulczynski и сар. 2019)
Table 4.3. Amino acid composition of proteins from chia seeds (Kulczynski et al. 2019)

Аминокиселине	Садржај (g/100 g протеина)	
	USDA (2018)	Nitrayova и сар. (2014)
Есенцијалне аминокиселине		
Хистидин	0,53	0,61
Изолеуцин	0,80	0,74
Леуцин	1,37	1,42
Лизин	0,97	0,93
Метионин	0,59	0,67
Фенилаланин	1,02	1,60
Треонин	0,71	0,54
Триптофан	0,44	на
Валин	0,95	0,79
Неесенцијалне аминокиселине		
Аргинин	2,14	2,00
Цистин	0,41	0,42
Тирозин	0,56	0,61
Аланин	1,04	0,94
Аспарагинска киселина	1,69	1,28
Глутаминска киселина	3,50	2,87
Глицин	0,94	0,91
Пролин	0,78	1,28
Серин	1,05	0,94

на – није анализирано

4.3.3. Липиди

Под називом липиди подразумејева се велика група разнородних једињења, која се налазе у биљним и животињским ткивима, нерастворљива у води а добро растворљива у неполарним органским растварачима (етар, бензен,

петрол и др.). Липиди су главна структурна компонента ћелијских мембрана, имају заштитну улогу (нпр. код коже људи, листова биљака), чине важну групу резервних материја за чување енергије код организама итд. Они нису само масти и уља. Липиди обухватају широк спектар молекула разноврсне хемијске структуре и биолошког поријекла, укључујући масне киселине, триацил-глицероле, воскове, фосфолипиде, сфинголипиде, холестероле и друге стероиде.

Биљна уља су једна од значајних компоненти савремене исхране човјека. Извор су есенцијалних масних киселина – линолне и линолеинске. Ове двије масне киселине се у већој количини налазе у намирницама као што су уље соје, лана, сјеме бундеве, сунцокрета, ораси. С обзиром на то да су јако важне за бројне метаболичке процесе у организму, постоје докази да недостатак есенцијалних масних киселина може бити узрочник многих патолошких стања: дерматитиса, успореног раста, реналне хипертензије, поремећаја у активности митохондрија, раду срца и циркулацији, развоја дијабетеса типа 2, поремећаја у развоју мозга, артритиса, депресије, смањене отпорности организма (Liu 2013).

Основне карактеристике масних киселина су: обавезно улазе у састав простих и сложених липида, то су монокарбоксилне киселине са неразгранатим угљоводоничним низом, обично садрже паран број угљеникових атома (4–22). Могу бити засићене и незасићене, а најзаступљеније масне киселине у липидима су оне са 16 или 18 угљеникових атома. Основна структура масне киселине је ланац угљеникових атома у којој је карбоксилна група ($-\text{COOH}$) на једној страни и метилна група ($-\text{CH}_3$) на другој страни. Киселински крај означен је као α крај, а метилни као ω или n крај. Локација прве двоструке везе се нумерише са метилног краја. Ако су ланци између угљеникових атома у масној киселини повезани једноструким везама ($\text{C}-\text{C}$), та масна киселина припада засићеним масним киселинама. Дакле, засићене масне киселине немају двоструких веза и молекули су „прави“. У групи засићених масних киселина налазе се: бутерна (C_4), капронска (C_6), каприлна (C_8), капринска (C_{10}), лауринска (C_{12}), миристинска (C_{14}), палмитинска (C_{16}), стеаринска (C_{18}) и арахинска киселина (C_{20}). Ако су један или више парова угљеникових атома повезани двоструким везама ($\text{C}=\text{C}$), масна киселина припада групи незасићених. Масна киселина с једном двоструком везом је мононезасићена, а са двије или више двоструких веза зове се полинезасићена масна киселина. Незасићене масне киселине садрже најмање једну двоструку везу, која узрокује „савијање“ молекула. У групи незасићених масних киселина налазе се: олеинска ($\text{C } 18 : 1$, двострука веза на 9 C атому), линолна ($\text{C } 18 : 2$, двоструке везе на 9 и 12 C атому, ω -6), линолеинска ($\text{C } 18 : 3$, двоструке везе на

9, 12 и 15 С атому; омега-3) и арахидонска (С 18 : 34, двоструке везе на 5, 8, 11 и 14 С атому).

Мононезасићене масне киселине имају такав хемијски састав који им омогућује везивање још два атома водоника у молекулу масне киселине. Ако се у молекулу налази доста незасићених киселина, то су онда уља, која су на собној температури течна (маслиново, сојино, сунцокретоно, уље уљане репице). Међутим, неке масти често се називају уљима, иако су у чврстом стању на собној температури, какав је случај са палминим уљем.

Постоје три главне врсте омега-3 масних киселина: еикозапентаенска, која се назива и *морска омега-3*, јер се налази у риби, докозахексаенска је такође *морска омега-3*, и линолеинска, која се налази у биљкама и биљној храни. Линолна киселина долази и у биљним уљима и у анималним мастима, али је њен садржај у биљним уљима знатно виши (и до 75%). Омега-3 масне киселине имају кључну улогу у стварању структуре ћелијског зида у људском тијелу.

И вегетативни дијелови биљке, посебно листови, имају висок садржај полинезасићених масних киселина и других етеричних уља, те представљају одличну сировину у исхрани преживара (Ahmed и сар. 1994; Peiretti и Gai 2009). У зрну чије има око 25–38% уља, што га чини најбогатијим ботаничким извором омега-3 линолеинске киселине од било ког другог идентификованог биљног извора (Таб. 4.4) (Kulczynski и сар. 2019; Ayerza и Coates 2011; Guiotto и сар. 2013). У принципу, чија садржи велике количине есенцијалних незасићених масних киселина – линолеинске и линолне.

Таб. 4.4. Поређење профила масних киселина чије и сјемена лана (% од укупних уља у зрну) (Kulczynski и сар. 2019)

Table 4.4. A comparison of fatty acid profile of chia and flax seeds (% of total oils in grain) (Kulczynski et al. 2019)

Масне киселине	Чија		Лан	
	Ciftci и сар. (2012)	Nitrayova и сар. (2014)	Ciftci и сар. (2012)	Nitrayova и сар. (2014)
Засићене масне киселине (Saturated Fats, SFA)				
Лауринска (C12 : 0)	на	0,03	на	0,03
Миристинска (C14 : 0)	0,06	0,06	0,07	0,04
Пентадеканска (C15 : 0)	0,04	на	0,05	на
Палмитинска (C16 : 0)	7,10	4,40	5,10	5,39
Маргаринска (C17 : 0)	0,06	на	0,08	на
Стеаринска (C18 : 0)	3,24	2,84	3,30	3,17

Арахидна (C20 : 0)	0,24	0,02	0,18	0,15
Бехенска (C22 : 0)	0,08	на	0,14	на
Лигноцеринска (C24 : 0)	0,10	на	0,09	на
Мононезасићене масне киселине (<i>Monounsaturated Fats</i> , MUFA)				
Палмитолеинска (C16 : 1, ω-7)	0,20	0,03	0,09	0,02
Олеинска (C18 : 1, ω-9)	10,53	7,3	18,10	18,7
Еикозеноинска (C18 : 1, ω-9)	0,16	на	0,20	на
Полинезасићене масне киселине (<i>Polyunsaturated Fats</i> , PUFA)				
Линолна (C18 : 2, ω-6)	20,37	18,89	15,3	16,13
Линолеинска (C18 : 3, ω-3)	59,76	63,79	58,2	56,37
Еикосадиеноик (C20 : 0)	0,08	на	на	на
Свега				
SFA	8,65	9,99	7,87	8,78
MUFA	10,95	7,33	18,50	18,72
PUFA	80,40	82,68	73,62	72,5
Однос n-6/n-3	0,35	0,30	0,27	0,29

на – није анализирано; n-6, ω-6 масне киселине; n-3, ω-3 масне киселине

Профил масних киселина чије је од посебног интереса; карактерише се високим садржајем полинезасићених масних киселина, линолеинска чини отприлике 60% свих масних киселина. Линолна, олеинска и палмитинска киселина налазе се у мањим количинама (Таб. 4.4). Зрно чије има већи садржај омега-3 киселина од ланеног сјемена. Такође, треба истаћи повољан однос омега-6 и омега-3 киселина, који је приближно 0,3 : 0,35 (Ayerza 1995; Peiretti и Gai 2009; Ayerza и Coates 2011; Ciftci и сар. 2012; Nitrayova и сар. 2014).

4.3.4. Минерали, витамини и фитохемикалије

Чија је изванредан извор минерала као што су калијум, цинк, калцијум, фосфор и бакар (Ayerza 2001). Најзначајнији минерали у чији су: калцијум (631 mg / 100 g CM), калијум (407 mg / 100 g CM), магнезијум (335 mg / 100 g CM), гвожђе (7,72 mg / 100 g CM) и цинк (4,58 mg / 100 g CM) (USDA 2015). Ullah и сар. (2016) наводе сличне податке; 100 грама чије садржи сљедеће количине макроелемената: 860 mg фосфора, 631 mg калцијума, 407 mg калијума и 335 mg магнезијума и микроелемената: селена 55,2 μg / 100 g, натријума 16 μg / 100 g, гвожђа 7,72 μg / 100 g, мангана 2,72 μg / 100 g, цинка 4,58 μg / 100 g, бакра 0,924 μg / 100 g и молибдена 0,2 μg / 100 g. Садржај

фосфора, калцијума и калијума у зрну чије већи је него у другим гајеним биљкама, као што су пшеница, пиринач, овас и кукуруз (Beltran-Orozco и Romero 2003; Jin и сар. 2012; 2003 USDA 2018).

Од витамина чија садржи ниацин (8,83 mg / 100 g), тиамин (0,62 mg / 100 g) и рибофлавин (0,17 mg / 100 g) (Muñoz и сар. 2012).

У зрну чије утврђено је присуство каротеноида, стерола, токоферола и фенолних једињења, укључујући кверцетин, мирицетин, каемпферол кафеинске киселине и хлороген (Capitani и сар. 2012; Oliveira-Alves и сар. 2017). Фитохемикалије, било самостално или у комбинацији са другима, имају терапеутски потенцијал за лијечење разних болести (Marcinek и Krejpcio 2017).

4.3.5. Антиоксидативна активност

Антиоксиданси су, такође, важне фитохемикалије чије и састоје се углавном од фенолних једињења и флавоноида. Фенолна природа антиоксиданата присутних у чији може бити у гликозидним везама са шећерима или у слободној форми. Ове гликозидне везе одговорне су за повећану растворљивост чије у води (Valdivia-López и Tecante 2015).

Од антиоксидативних једињења у зрну чије утврђен је највећи садржај рузмаринске киселине (0,927 mg/g), а поред ње и присуство протокатехуинске киселине (0,747 mg/g), кафеинске киселине (0,027 mg/g) и галне киселине (0,012 mg/g). У чији су откривени и ферулна киселина, глицитин, генистин, глицитеин и генистеин (Martinez-Cruz и Paredes-Lopez 2014). Marineli и сар. (2014) у екстракту зрна чије детектовали су постојање хлорогенске киселине (353,09 mg/g), кверцетина (301,04 mg/g), мирицетина (317,04 mg/g) и декарбоксиметил-еленолне киселине. Најважнија фенолна једињења у чији су мирицетин, кверцетин, кемпферол и хлорогенске и кафеинске киселине (Ayerza и Coates 2011).

Кафеинска и рузмаринска киселина су фенолна једињења чије која имају превентивни ефекат на разна неуролошка стања, као што је епилепсија (Reyes-Caudillo и сар. 2008; Capitani и сар. 2013; Martinez-Cruz и Paredes-Lopez 2014; Coelho и сар. 2015). Рузмаринска киселина из врста рода *Salvia* позната је по својим имунорегулаторним ефектима, укључујући, али и не ограничавајући се на, антиинфламаторно и антиоксидативно дјеловање, те антидијабетички и антимикробни ефекат (Jayanthi и Subramanian 2014). Фитати и трагови танина могу се наћи у релативно мањим количинама али се антиоксидативна једињења, као што су витамин Е и каротеноидим, налазе у већим количинама (Oliveira-Alves и сар. 2017; Silva и сар. 2017).

4.4. Значај зрна чије за здравље људи као природне функционалне хране

У свом непромијењеном или измијењеном облику, зрно чије сврстава се у функционалну храну (Marcinek и Krejpcio 2017). Под непромијењеном природном храна подразумијева се храна која није била подвргнута било каквом технолошком поступку да би јој се промијениле/побољшале нутритивне/здравствене предности. Функционална храна је храна која посједује специфичне вриједности у исхрани и здравствене могућности, што јој обезбјеђује три јасно дефинисане предности у односу на конвенционалну храну. Као прво, функционална храна има специфичну нутритивну вриједност. Секундарне функције произлазе из сензорног задовољства или органолептичких особина, а терцијарне се односе на физиолошке аспекте хране, као што су неутрализација штетних супстрата, регулисање тјелесних функција и физичких стања, превенција болести повезаних са исхраном и подизање менталног и физичког здравља људи (Јао и сар. 2012).

Постоји велики број дефиниција функционалне хране, те је тешко издвојити неку од њих, али се чини да Институт за функционалну храну у Даласу / Центар за функционалну храну (*Functional Food Institute in Dallas / Functional Food Centre, USA*) даје једну од најпотпунијих дефиниција, по којој је „функционална храна прерађена или природна храна која се састоји од непознатих или познатих биолошки активних једињења, која, дефинисана у нетоксичним и ефикасним количинама, могу имати документовану и клинички доказану здравствену корист за лијечење, управљање и превенцију болестима које су хроничне“ (Martirosyan и Singh 2015). Термин функционална храна означава храну и њене компоненте, које поред нутритивне вриједности посједује и особине корисне за људско здравље. Функционална храна садржи значајне хранљиве компоненте, обично у количини већој од неопходне за уобичајено одржавање, развој и раст организма (Rajaram 2014). У односу на конвенционалну, функционална храна може имати већи број хранљивих материја и дијеталних компоненти хране, које здружено повећавају њихову доступност и позитиван ефекат на људско здравље (Ullah и сар. 2016). Евидентно је да наука није у потпуности дефинисала све функционалне могућности појединих фитохемикалија, те је неопходно истраживања усмјерити на сировине које су потенцијална функционална храна.

У фитохемикалије зрна чије, које имају особине функционалне хране, могу се сврстати каротеноиди, стероли, токофероли и фенолна једињења, укључујући кверцетин, мирицетин, кемпферол, кафеинске киселине и хлорогене (Capitani и сар. 2012; Oliveira-Alves и сар. 2017). Фитохемикалије, саме или у

комбинацији са другима, имају терапеутски потенцијал да излијече различите болести (Marcinek и Krejpcio 2017). Епидемиолошке студије и студије на животињама сугеришу да унос фитохемикалија путем исхране може имати одређене здравствене предности у заштити и ублажавању од хроничних дегенеративних поремећаја, као што су неуродегенеративне болести, канцер, кардиоваскуларне болести, болести бубрега, као и дијабетес (Токузоğlu и Hall 2011). Већина намирница, као што су интегрална жита, махунарке, воће, поврће и зачинско биље, садрже фитохемикалије (Токузоğlu и Hall 2011). У Таб. 4.5 приказана је нутрицеутска вриједност биоактивних и антиоксидативних једињења која се налазе у зрну чије, према подацима различитих истраживача.

Таб. 4.5. Нутритивна биоактивна једињења у зрнима чије (Katunzi-Kilewela и сар. 2021)

Table 4.5. Nutritional bioactive compounds in chia seeds (Katunzi-Kilewela et al. 2021)

Фитохемикалија	Нутрацеутска вриједност (здравствена корист)	Референце
Линолеинска киселина	Превенција рака, смањује ризик од коронарне болести срца; здравље костију, поремећаји имунолошког система; повећање тјелесне масе, превенција можданог удара; ментално здравље	Koh и сар. (2015) McClements и сар. (2009)
Линолна киселина	Помаже тијелу у повећању мишићне масе уместо складиштења масноћа и има антиинфламаторне особине; спречава канцер	Martínez-Cruz Paredes-López (2014)
Токофероли	Доприносе антиоксидативним особинама зрна чије, што помаже у смањењу упале, промовише ћелије против рака, антиејџинг и друге антиоксидативне активности у стабилизацији ћелијских мембрана	Marcinek и Krejpcio (2017)
Стероли	Помоћ у блокирању апсорпције холестерола и смањењу нивоа LDL	Токузоğlu и Hall (2011)
Каротеноиди	Рак, коронарна болест срца; макуларна дегенерација и катаракта.	Maruyama и сар. (2014)
Глутаминска киселина	Правилно функционисање мозга	Olivos-Lugo и сар. (2010)

Фитохемикалија	Нутрацеутска вриједност (здравствена корист)	Референце
Дијетална влакна	Лијечење и превенција болести циркулаторног и дигестивног система, камена у бубрегу, дијабетеса, хемороида, колоректалног карцинома и поремећаја у метаболичком систему	Valdivia-López и Tecante (2015)
Фенолна једињења	Заштитна улога против кардиоваскуларних болести, рака и дијабетеса; антиоксиданси за заштиту људског организма; корисна улога у смањењу ризика од хипертензије, дијабетеса, коронарне болести срца и неких врста рака	Oliveira-Alves и cap. (2017) Prakash и Sharma (2014)
Кафеинска киселина	Хипогликемијска активност, заштитни ефекат памћења; антиканцерогена, антихипертензивна, неуронска заштитна и антиоксидативна активност	Oliveira-Alves и cap. (2017) Enes и cap. (2020)
Рузмарин кверцетин	Имунорегулаторна функција која укључује антимикробно, антиоксидативно и антиинфламаторно дејство и антидијабетички ефекат; моћан антиоксиданс, антиинфламаторно, антибактеријско, антивирусно, антихепатотоксично дејство; смањује оксидацију LDL, вазодилатор и разрјеђивач крви	Oliveira-Alves и cap. (2017) Prakash и Sharma (2014)
Мирицетин	Показује антибактеријску активност и има антигонотропну активност	Prakash и Sharma (2014)
Кемпферол	Антимикробно, антиоксидативно, антиканцерогено, кардиопротективно, антиинфламаторно, антидијабетичко, антиостеопоротично, анксиолитичко, неуропротективно, антиестрогенско/естрогенско, аналгетичко и антиалергијско дјеловање; смањење симптома менопаузе	Prakash и Sharma (2014)

Фитохемикалија	Нутрацеутска вриједност (здравствена корист)	Референце
Протокатехуинска киселина	Антиоксидативна својства, антиинфламаторна, антихипергликемијска и антимикробна дејства против грам-позитивних и штетних бактерија и гљивица	Semaming и сар. (2015)
Галска киселина	Цитотоксичне и антиоксидативне, антилеукемичне, антиканцерогене, антинеопластичне, антиинфламаторне, антидијабетичке активности	Prakash и Sharma (2014)
Хлорогенска киселина	Антиканцерогена, антихипертензивна, неуронска заштитна дејства; антиоксидативна активност која може да смањи производњу слободних радикала у тијелу, инхибира пероксидацију масти	Oliveira-Alves и сар. (2017) Alagawany и сар. (2020)

4.5. Обогаћивање хране састојцима зрна чије

Пошто су зрна чије богата омега-3 масним киселинама, протеинима, дијеталним влакнима, витаминима, минералима и фитохемикалијама, могу се користити као нутритивни адитиви у храни, као додаток исхрани и као основа за пиће. Dary и Hurrell (2006) дефинишу обогаћивање хране (у нашем језику већ је усвојен термин фортификација хране) као додавање једног или више есенцијалних хранљивих састојака у храну како би се смањило или спријечио недостатак хранљивих материја у наведеној храни. Świeca и сар. (2014) дефинишу обогаћивање хране као додавање једне/више компоненти друге намирнице која није природно настала да би се повећале нутритивне/здравствене предности новодизајнираног/формулисаног прехранбеног производа. Обогаћивање хране је једна од техника које се обично користе у развоју или формулацији функционалне хране.

Постоје два главна разлога за обогаћивање намирница. Први разлог је када то захтијева закон кроз јавноздравствену политику, као што је нпр. обогаћивање хране за бебе, производа за смањење тјелесне масе, па чак и национални програми који захтијевају обогаћивање основних намирница, нпр. пшеничног и кукурузног брашна и уља за кување, што је уобичајено у земљама у развоју (Dary и Hurrell 2006). Други разлог за јачање хране је диференцијација тржишта. Необавезно обогаћивање млијечних производа, жита за доручак и

пића ефикасно је коришћено за повећање продаје кроз побољшане нутритивне вриједности (Dary и Hurrell 2006). Обогаћена пића и прехранбени производи могу да смање недостатке у исхрани који су резултат прогресивног ослањања на прерађене прехранбене производе и урбаног начина живота који се, без обогаћивања, могу посматрати као производи са „празним калоријама“ (Dary и Hurrell 2006; Iwatani и Yamamoto 2019; McClements и сар. 2009; Tokuşoğlu и Hall 2011).

4.6. Закључак

Зрно чије било је основна храна коју су конзумирали претколумбијски народи, првенствено у Централној Америци. Због високог садржаја изузетно важних и цијењених хранљивих материја: дијеталних влакана, протеина који су богати многим егзогеним аминокиселинама и биљних масти са високим процентом полинезасићених омега-3 масних киселина, посљедњих деценија у свијету је значајно повећано интересовање за зрном ове биљне врсте. Осим тога, зрно је значајан извор многих минерала и витамина, као и биоактивних једињења високе антиоксидативне активности, посебно полифенола и токоферола. Резултати великог броја актуелних истраживања, која су изведена у посљедње двије деценије, указују на многе особине чије које промовишу здравље људи. Чија има благотворан ефекат на побољшање липидног профила крви, те приликом конзумирања доводи до хипотензије и хипогликемије и испољава антимикробне и имуностимулативне ефекте. Због капацитета чија сјемена да апсорбују воду и формира гелове, може се користити у прехранбеној технологији као замјена за емулгаторе и стабилизаторе. У закључку, зрно чије (*Salvia hispanica*) представља вриједну сировину чија се технолошка својства и својства која промовишу здравље могу широко користити у прехранбеној индустрији.

Литература

- Agarwal A, Rizwana A, Tripathi AD, Kumar T, Sharma KP, Patel SKS (2023) Nutritional and Functional New Perspectives and Potential Health Benefits of Quinoa and Chia Seeds. *Antioxidants* 12(7):1413. doi:org/10.3390/antiox12071413
- Alagawany M, Nasr M, Al-Abdullatif A, Alhotan RA, Azzam MM, Reda FM (2020) Impact of dietary cold-pressed chia oil on growth, blood chemistry, haematology, immunity and antioxidant status of growing Japanese quail. *Ital J Anim Sci* 19:896–904

- Ali NM, Yeap SK, Ho WY, Beh BK, Tan SW, Tan SG (2012) The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. Journal of Biomedical Biotechnology 1–9.
doi:org/10.1155/2012/828139
- Almoselhy RIM, Usmani A, Siddiqui MA (2024) Evolution of Chia Seeds from Ancient Times to Modern SuperFood. Food Science & Nutrition Technology 10(1)
- Anacleto S, Guadalupe R, Jat R, Gerardo G, Heather W, Maneesh S, Torre 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. doi:org/10.17303/jcrf.2016.104
- Artcos SD (2018) Collaborative collection management solution. Доступно на: [http://arctos.database.museum/name/Salvia hispanica#](http://arctos.database.museum/name/Salvia%20hispanica#), Приступљено: 15. Април 2025
- Ahmed M, Ting I, Scora R (1994) Leaf oil composition of *Salvia hispanica* L. from three geographical areas. J Essent Oil Res 6:223–228.
doi:org/10.1080/10412905.1994.9698368
- Ayerza R (1995) Oil Content and fatty acid composition of Chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. J Am Oil Chem Soc 72:1079–1081
- Ayerza R (2001) Wax-ester composition of ten jojoba clones growing in two arid ecosystems of South America. Journal of Tropical Science 41:168–171
- Ayerza R, Coates W (2004) Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. Trop Sci 44(3):131–135.
doi:org/10.1002/ts.154
- Ayerza R, Coates W (2005) Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. Nutr Res 25(11):995–1003.
doi:org/10.1016/j.nutres.2005.09.013
- 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.). Ind Crop Prod 34:1366–1371.
doi:org/10.1016/j.indcrop.2010.12.007
- Beltran-Orozco M, Romero M (2003) La chia, alimento milenario. Mexico
- Bushway AA, Belyea PR, Bushway RJ (1981) Chia seed as a source of oil, polysaccharide, and protein. J Food Sci 46:1349–1350
- Valdivia-López MÁ, Tecante A (2015) Chia (*Salvia hispanica*): A Review of Native Mexican Seed and its Nutritional and Functional Properties. In: Advances in Food and Nutrition Research, pp 53–75, Elsevier.
doi:org/10.1016/bs.afnr.2015.06.002
- Vuksan V, Jenkins AL, Brissette C, Choleva L, Jovanovski E (2017) Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases Salba-chia (*Salvia hispanica* L.) in the treatment of overweight and obese patients with type 2 diabetes : A double-blind randomized controlled trial, pp 138–146.
doi:org/10.1016/j.numecd.2016.11.124

- Gabal AMC (2024) Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds: Nutritional composition and biomedical applications Biol Biomed J 2(1):1–17
- Gebremeskal YH, Nadtochii LA, Eremeeva NB, Mensah EO, Kazydub NG, Soliman TN, Baranenko DA, El-Messery TM, Tantawy AA (2024) Comparative analysis of the nutritional composition, phytochemicals, and antioxidant activity of chia seeds, flax seeds, and psyllium husk. Food Biosci 61:104889. doi:org/10.1016/j.fbio.2024.104889
- Guiotto EN, Ixtaina VY, Tomás M, Nolasco SM (2011) Moisture dependent physical properties of Chia. American Society of Agricultural and Biological Engineers 54(2):527–533. doi:org/10.13031/2013.36455
- Grancieri M, Martino HSD, Gonzalez de Mejia E (2019) Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review. Compr Rev Food Sci Food Saf 18:480–499
- Dary O, Hurrell R (2006) Guidelines on food fortification with micronutrients. World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations: Geneva, Switzerland, pp 3–37
- De Falco B, Amato M, Lanzotti V (2017) Chia seeds products: an overview (2017) Phytochem Rev (2017) 16:745–760. doi:10.1007/s11101-017-9511-7
- Dewhurst RJ, Fisher WJ, Tweed JKS, Wilkins RJ (2003) Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. J Dairy Sci 86:2598–2611. doi:org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73855-7
- Dewhurst R, Shingfield K, Lee M, Scollan N (2006) Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. J Anim Feed Sci 131:168–206. doi:org/10.1016/j.anifeedsci.2006.04.016
- Dubernard C (1991) Códices de Cuernavaca y unos títulos de sus pueblos. Porrúa, pp 396
- Dhingra D, Michael M, Rajput H, Patil R (2012) Dietary fibre in foods: A review. J Food Sci Technol 49:255–266. doi:org/10.1007/s13197-011-0365-5
- Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C, Attia H (2011) Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. Journal of Food Chem 124:411–421. doi:org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077
- Enes BN, Moreira LP, Silva BP, Grancieri M, Lúcio HG, Venâncio VP, Mertens-Talcott SU, Rosa CO, Martino HS (2020) Chia seed (*Salvia hispanica* L.) effects and their molecular mechanisms on unbalanced diet experimental studies: A systematic review. J Food Sci 85(2):226–239
- Zare T, Fournier-Level A, Ebert B, Roessner U (2024) Chia (*Salvia hispanica* L.), a functional “superfood”: new insights into its botanical, genetic and nutraceutical characteristics. Ann Bot 134(5):725–746. doi:org/10.1093/aob/mcae123

- Ikumi P, Mburu M, Njoroge D (2019). Chia (*Salvia hispanica* L.) – A Potential Crop for Food and Nutrition Security in Africa. *J Food Res* 8(6):104–118
- Ixtaina VY, Nolasco SM, Tomas MC (2008) Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Ind Crop Prod* 28(3):286–293
- Jayanthy G, Subramanian S (2014) Rosmarinic acid, a polyphenol, ameliorates hyperglycemia by regulating the key enzymes of carbohydrate metabolism in high fat diet - STZ induced experimental diabetes mellitus. *Journal of Biomedicine and Preventive Nutrition* 4(3):431–437.
doi:org/10.1016/j.bionut.2014.03.006
- Jeong HY, Moon YS, Cho KK. ω -6 and ω -3 (2024) Polyunsaturated Fatty Acids: Inflammation, Obesity and Foods of Animal Resources. *Food Sci Anim Resour* 44(5):988–1010. doi:10.5851/kosfa.2024.e65
- Jin F, Nieman DC, Sha W, Xie G, Qiu Y, Jia W (2012) Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Plant Foods Hum Nutr* 67:105–110
- Katunzi-Kilewela A, Kaale LD, Kibazohi O, Rweyemamu LMP (2021) Nutritional, health benefits and usage of chia seeds (*Salvia hispanica*): A review. *Afr J Food Sci* 15(2):48–59. doi:10.5897/AJFS2020.2015
- Knez Hrnič M, Ivanovski M, Cör DC, Knez Ž (2020) Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): An Overview—Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules* 25:11. doi:10.3390/molecules25010011
- Koh AS, Pan A, Wang R, Odegaard AO, Pereira MA, Yuan J-M, Koh W-P (2015) The association between dietary omega-3 fatty acids and cardiovascular death: the Singapore Chinese Health Study. *Eur J Prev Cardiol* 22(3):364–372
- Kulczynski B, Kobus-Cisowska J, Taczanowski M, Kmiecik D, Gramza-Michałowska A (2019) The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds—Current State of Knowledge. *Nutrients* 11:1242. doi:10.3390/nu11061242
- Liu RH (2013) Dietary bioactive compounds and their health implications. *J Food Sci* 78(Suppl 1):A18–A25
- Marineli S, Aguiar É, Alves S, Teixeira A, Nogueira M, Roberto M, Jr M (2014) Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). *LWT-Food Sci Technol* 59(2):1304–1310.
doi:org/10.1016/j.lwt.2014.04.014
- Marineli R, Lenquist SA, Moraes EA, Marostica MR (2015) Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats. *Food Res Int* 76:666–674
- Martínez-Cruz O, Paredes-López O (2014) Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra-high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr* 1346:43–48
- Martirosyan DM, Singh J (2015) A new definition of functional food by FFC: what makes a new description unique? *Funct Foods Health Dis* 5:209–223
- Maruyama SA, Claus T, Chiavelli LU, Bertozzi J, Pilau EJ, Souza NEd, Visentainer JV, Gomes S, Matsushita M (2014) Analysis of carotenoids, α -tocopherol, sterols

- and phenolic compounds from white bread enriched with chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and carrot (*Daucus carota* L.) leaves. J Braz Chem Soc 5:1108–1115
- Marcinek K, Krejpcio Z (2017) Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications-a review. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny 68
- Mesías M, Gómez P, Olombrada E, Holgado F, Morales FJ (2023) Risk/Benefit Evaluation of Chia Seeds as a New Ingredient in Cereal-Based Foods. Int J Environ Res Public Health 20:5114. doi:org/10.3390/ijerph20065114
- Mukherjee S, Mohanty AK, Rao U, Poddar A (2024) Microbial polyunsaturated fatty acids (PUFAs) for human health: A comprehensive review of evidence from in vivo preclinical models. Discov Appl Sci 6:524. doi:org/10.1007/s42452-024-06238-w
- Muñoz LA, Cobos A, Diaz O, Aguilera JM (2012) Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. J Food Eng 108:216–224. doi:org/10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037
- Munoz LA, Cobos A, Diaz O, Aguilera JM (2013) Chia seed (*Salvia hispanica*) An ancient grain and new functional food. Food Res Int 29:394–408
- McClements DJ, Decker EA, Park Y, Weiss J (2009) Structural design principles for the delivery of bioactive components in nutraceuticals and functional foods. Crit Rev Food Sci Nutr 49:577–606
- Nitrayova S, Brestensky M, Heger J, Patras P, Rafay J, Sirotki A (2014) Amino acids and fatty acids profile of chia (*Salvia hispanica* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.) seed. Potravinarstvo 8:72–76
- Olivos-Lugo B, Valdivia-López M, Tecante A (2010) Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). Food Sci Technol Int 16:89–96
- Oliveira-Alves SC, Vendramini-Costa DB, Cazarin CBB, Júnior MRM, Ferreira JPB, Silva AB, Prado MA, Bronze MR (2017) Characterization of phenolic compounds in chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, refibre flour and oil. Food Chem 232(33):295–305
- Orona-Tamayo D, Valverde ME, Paredes-López O (2017) Chia—The New Golden Seed for the 21st Century: Nutraceutical Properties and Technological Uses. In: Nadathur SR, Wanasundara JPD, Scanlin L (eds) Sustainable Protein Sources. Academic Press, pp 265–281. doi:org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00017-2
- Peiretti P, Gai F (2009) Fatty acid and nutritive quality of Chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. Anim Feed Sci Technol 148:267–275. doi:org/10.1016/j.anifeedsci.2008.04.006
- Prakash D, Sharma G (2014) Phytochemicals of nutraceutical importance. CABI. Доступно на: <https://www.cabi.org/nutrition/ebook/20143083504>, приступљено: 28. Април 2025
- Rabail R, Khan MR, Mehwish HM, Rajoka MSR, Lorenzo JM, Kieliszek M, Khalid AR, Shabbir MA, Aadil RM (2021) An overview of chia seed (*Salvia hispanica* L.)

- bioactive peptides' derivation and utilization as an emerging nutraceutical food. *Front Biosci (Landmark Ed)* 26(9):643–654. doi:10.52586/4973
- Rabail R, Sultan MT, Khalid AR, Sahar AT, Zia S, Kowalczewski PŁ, Jeżowski P, Shabbir MA, Aadil RM (2022) Clinical, Nutritional, and Functional Evaluation of Chia Seed-Fortified Muffins. *Molecules* 11:27(18):5907. doi:10.3390/molecules27185907
- Rajaram S (2014) Health benefits of plant-derived α -linolenic acid. *Am J Clin Nutr* 100:443S–448S
- Reyes-Caudillo E, Tecante A, Valdivia-Lopez M(2008a) Dietary fiber and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican Chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Journal of Food Chemistry* 107:656–663. doi:org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062
- Reyes-Caudillo E, Tecante A, Valdivia-Lopez MA (2008b). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chem* 107:656–663. doi:org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062
- Renub Research (2025) Global Chia Seeds Market Size. Доступно на: <https://www.renub.com chia-seed-market-p.php>, Приступљено: 15. Април 2025
- Saphier O, Silberstein T, Kamer H, Ben-Abu Y, Tavor D (2017) Chia seeds are richer in polyphenols compared to flax seeds. *Integr Food Nutr Metab* 4(3):1–4. doi:10.15761/IFNM.1000182
- Sapio ODi, Bueno M, Busilacchi H, Severin C (2008) Chía: importante antioxidante vegetal. *Agromensajes de La Facultad* 56:11-13.
- Semaming Y, Pannengetch P, Chattipakorn SC, Chattipakorn N (2015) Pharmacological properties of protocatechuic acid and its potential roles as complementary medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*
- Silva BP, Anunciacao PC, Matyelka JCMS, Lucia CMD, Martino HSD, Pinheiro-Santana HM (2017) Chemical composition of Brazilian chia seeds grown in different places. *Journal of Food Chemistry* 221:1709–1716. doi:org/10.1016/j.foodchem.2016.10.115
- Silva BP, Kolba N, Stampini Duarte Martino H, Hart J, Tako E (2019) Soluble Extracts from Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) Affect Brush Border Membrane Functionality, Morphology and Intestinal Bacterial Populations *In Vivo (Gallus gallus)*. *Nutrients* 11:2457
- Sosa-Baldivia A, Ruiz G, Rana J, Gordillo G, West H, Sharma M, Liu X, de la Torre RRR (2016) Chia Crop (*Salvia hispanica* L.): Its History and Importance as a Source of Polyunsaturated Fatty Acids Omega-3 Around the World: a Review. *J Crop Res Fert* 1:103
- Sosa-Baldivia A, Ruiz-Ibarra G, de la Torre RRR, López RR, López AM (2018) The chia (*Salvia hispanica*): past, present and future of an ancient Mexican crop. *Aust J Crop Sci* 12(10):1626–1632. doi:10.21475/ajcs.18.12.10.p1202

- Souza FDe, Souza FLde, Santo SEG, Rosa G (2015) Effect of chia seed (*Salvia hispanica* L.) consumption on cardiovascular. *Nutr Hosp* 32:1909–1918
- Srichuwong S, Curti D, Austin S, King R, Lamothe L, Gloria-Hernandez H (2017) Physicochemical properties and starch digestibility of whole grain sorghums, millet, quinoa and amaranth flours, as affected by starch and non-starch constituents. *Journal of Food Chemistry* 233:1–10. doi:org/10.1016/j.foodchem.2017.04.019
- Suri S, Passi S, Goyat J (2016) Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) - a New Age Functional Food. 4th International Conference on Recent Innovations in Science Engineering and Management, pp 286–299. New Delhi: India International Centre
- Świeca M, Sęczyk Ł, Gawlik-Dziki U, Dziki D (2014) Bread enriched with quinoa leaves—The influence of protein–phenolics interactions on the nutritional and antioxidant quality. *Food Chem* 162:54–62
- Tokuşoğlu Ö, Hall III CA (2011) Fruit and cereal bioactives: sources, chemistry, and applications. CRC press, pp 21–82
- USDA (2015) National Nutrient Database for Standard Reference. Доступно на: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>, Приступљено: 3. мај 2025
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. 2018. Доступно на: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>, Приступљено: 3. мај 2025
- Ullah R, Nadeem M, Khalique A, Imran M, Mehmood S, Javid A, Hussain J (2016) Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica* L.): A review. *J Food Sci Technol* 53:1750–1758
- Fernandes SS, Salas-Mellado MDM (2017) Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chem* 227:237–244. doi:org/10.1016/j.foodchem.2017.01.075
- Hassan Z, Imran M, Ahmad MH, Khan MK (2021) Ultrasound-Assisted Modification of Insoluble Dietary Fiber from Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds. *J Food Qual* 5035299. doi:org/10.1155/2021/5035299
- Capitani MI, Spotorno V, Nolasco SM, Tomás MC (2012) Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT-Food Sci Technol* 45(1):94–102.
- Capitani MI, Nolasco SM, Tomás MC (2013) Effect of Mucilage Extraction on the Functional Properties of Chia Meals. *Food Industry* 422–437
- Castro GM (2002) Ácidos grasos Omega 3: beneficios y Fuentes. *Inter ciencia* 27:128–136
- Cahill JP, Provance MC (2002) Genetics of qualitative traits in domesticated chia (*Salvia hispanica* L.). *J Hered* 93(1):52–55. doi:org/10.1093/jhered/93.1.52
- Cahill JP (2003) Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). *Econ Bot* 57:604–618. doi:org/10.1663/0013-0001(2003)057[0604:EOCSHL] 2.0.CO;2
- Ciftci ON, Przybylski R, Rudzinska M (2012) Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. *Eur J Lipid Sci Technol* 114:794–800

- Coates W, Ayerza R (1996) Production potential of chia in northwestern Argentina. *Industrial Crops and Products* 5(3):229–233. doi:org/10.1016/0926-6690(96)89454-4
- Coelho V, Vieira CG, Souza L, Moyses F, Basso C, Papke DK, Pereira P (2015) Antiepileptogenic, antioxidant and genotoxic evaluation of rosmarinic acid and its metabolite caffeic acid in mice. *J Life Sci* 121:65–71. doi:org/10.1016/j.lfs.2014.11.009
- Commission E (2009) Commission decision authorizing the placing on the market of Chia seed (*Salvia hispanica*) as novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council
- Commission E (2013) Commission implementing decision authorizing 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. Off J Eur Union L21/34.
- Coorey R, Tjoe Alayasena V (2014) Gelling Properties of Chia Seed and Flour. *J Food Sci* 79(5):859–866. doi:org/10.1111/1750-3841.12444
- Chilliard Y, Ferlay A, Doreau M b(2001) Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livest Prod Sci* 70:31–48. doi:org/10.1016/S0301-6226(01)00196-8
- Yao C, Hao R, Pan S, Wang Y (2012) Functional foods based on traditional Chinese medicine. *Nutrition Well-Being and Health*, pp 179

Chia (*Salvia hispanica* L.) – A Plant Species with Exceptional Nutraceutical Value

Novo Pržulj

Summary

Abstract. Chia (*Salvia hispanica* L.) is an annual herbaceous plant whose seeds were a staple food for the Aztec and Mayan civilizations. The center of origin of this plant is southern Mexico and northern Guatemala. Today, chia is commercially cultivated in Australia, Mexico, Bolivia, Peru, Argentina, Ecuador, Guatemala, and parts of Europe. Chia seeds contain 15–25% protein, 30–33% fat, 26–41% carbohydrates, 18–30% dietary fiber, and 4–5% ash, along with significant amounts of vitamins, minerals, and antioxidants. Dietary fiber constitutes over 35% of the seed's total mass (92% insoluble and 8% soluble), which is considerably higher than in cereals and oilseeds. Chia proteins contain all ten essential amino acids. The seed contains approximately 25–38% oil, making it the richest botanical source of omega-3 alpha-linolenic acid among all identified plant sources. The vegetative parts of the plant, particularly the leaves, are also rich in polyunsaturated fatty acids and essential oils, making them valuable forage for ruminants. Chia is an excellent source of minerals such as potassium, zinc, calcium, phosphorus, and copper. It also contains vitamins niacin, thiamine, and riboflavin. Carotenoids, sterols, tocopherols, and phenolic compounds, including quercetin, myricetin, kaempferol, caffeic acid, and chlorogenic acid have been identified in the seeds. Among antioxidant compounds, rosmarinic acid has been detected in the highest concentration, along with protocatechuic, caffeic, gallic, and ferulic acids, as well as isoflavones like glycitin, genistin, glycitein, and genistein. Phytates and trace amounts of tannins are present in relatively small quantities, while antioxidant compounds such as vitamin E and carotenoids are abundant. In its natural or processed form, chia seed is classified as a functional food. The phytochemicals responsible for chia's functional food properties include carotenoids, sterols, tocopherols, and phenolic compounds such as quercetin, myricetin, kaempferol, caffeic, and chlorogenic acids. These phytochemicals, alone or in combination, possess therapeutic potential to alleviate or prevent various diseases such as neurodegenerative disorders, cancer, cardiovascular diseases, kidney diseases, and diabetes.

This paper provides an overview of the most important information on the origin, cultivation, and chemical composition of chia seeds, highlighting the impact of their consumption on human health.

Keywords: Proteins, Dietary Fiber, Fatty Acids, Antioxidant Activity, Nutraceutical Properties

