

# INFORMIRANOST STUDENATA HRVATSKIH SVEUČILIŠTA O UPORABI, NUTRITIVNOM POTENCIJALU I RIZICIMA POVEZANIMA S KONZUMIRANJEM ULJA SJEMENKI KONOPLJE

---

Žgela, Tonka

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:976765>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-26**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
KLINIČKI NUTRICIONIZAM

Tonka Žgela

INFORMIRANOST STUDENATA HRVATSKIH SVEUČILIŠTA O  
UPORABI, NUTRITIVNOM POTENCIJALU I RIZICIMA POVEZANIMA S  
KONZUMIRANJEM ULJA SJEMENKI KONOPLJE

Diplomski rad

Rijeka, 2021.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF HEALTH STUDIES  
GRADUATE UNIVERSITY STUDY OF CLINICAL NUTRITION

Tonka Žgela

AWARENESS AMONG CROATIAN UNIVERSITY STUDENTS ABOUT  
THE USE, NUTRITIONAL POTENTIAL AND RISKS ASSOCIATED WITH  
THE CONSUMPTION OF HEMP SEED OIL

Final thesis

Rijeka, 2021

Mentor rada: doc. dr. sc. Irena Brčić Karačonji

Diplomski rad obranjen je dana 30.9.2021. na Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci pred povjerenstvom u sastavu:

1. izv. prof. dr. sc. Sandra Pavičić Žeželj
2. prof. dr. sc. Olivera Koprivnjak
3. doc. dr. sc. Irena Brčić Karačonji

Rad ima 55 stranica, 3 tablice, 41 sliku i 29 literaturnih navoda.

## Izješće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

### Opći podatci o studentu:

Sastavnica	Fakultet zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci
Studij	Diplomski sveučilišni studij Klinički nutricionizam
Vrsta studentskog rada	Diplomski rad
Ime i prezime studenta	Tonka Žgela
JMBAG	335002643

### Podatci o radu studenta:

Naslov rada	Informiranost studenata hrvatskih sveučilišta o uporabi, nutritivnom potencijalu i rizicima povezanim s konzumiranjem ulja sjemenki konoplje
Ime i prezime mentora	Irena Brčić Karačonji
Datum predaje rada	10. rujna 2021.
Identifikacijski br. podneska	1651399893
Datum provjere rada	18. rujna 2021.
Ime datoteke	1Diplomski rad_Tonka Zgela.docx
Veličina datoteke	3,03 M
Broj znakova	78166
Broj riječi	13139
Broj stranica	77

### Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	7 %
-----------------	-----

### Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	18. rujna 2021.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/>
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	

Datum

18. rujna 2021.

Potpis mentora



### *Zahvala*

*Posebno se zahvaljujem dragoj mentorici doc. dr. sc. Ireni Brčić Karačonji na jako lijepoj suradnji i komunikaciji, strpljenju i posvećenom vremenu. Veliko hvala na prenesenom znanju, stručnim savjetima i pomoći pri izradi ovog rada.*

*Neizmjereno hvala mojoj obitelji na bezuvjetnoj podršci, razumijevanju i motivaciji.*

*Hvala mojim prijateljima koji su svojim prisustvom učinili studentske dane još ljepšima.*

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2.1. RAZLIKE IZMEĐU INDUSTRIJSKE I INDIJSKE KONOPLJE</b> .....	3
2.1.1. <i>Kemijski fenotipovi C. sativa L.</i> .....	4
<b>2.2. SJEMENKE INDUSTRIJSKE KONOPLJE</b> .....	4
<b>2.3. PROIZVODI PRERADE SJEMENKI INDUSTRIJSKE KONOPLJE</b> .....	6
<b>2.4. BIOAKTIVNE KOMPONENTE ULJA SJEMENKI KONOPLJE</b> .....	8
2.4.1. <i>Polinezasićene masne kiseline</i> .....	9
2.4.2. <i>Polifenoli</i> .....	11
2.4.3. <i>Tokoferoli</i> .....	11
2.4.4. <i>Klorofili i karotenoidi</i> .....	12
<b>2.5. INDIKATORI KVALITETE ULJA SJEMENKI KONOPLJE PRILIKOM SKLADIŠTENJA</b> .....	12
<b>2.6. REGULATORNI ASPEKTI</b> .....	13
<b>2.7. ENDOKANABINOIDNI SUSTAV I KANABINOIDI C. SATIVA L.</b> .....	15
2.7.1. <i>Kanabidiol (CBD)</i> .....	17
2.7.2. <i>Tetrahidrokanabinol (THC)</i> .....	18
2.7.2.1. <i>Farmakokinetika i farmakodinamika</i> .....	18
2.7.2.2. <i>NOAEL, LOAEL, ADI</i> .....	20
<b>2.8. ANALITIČKE TEHNIKE ZA ODREĐIVANJE SADRŽAJA KANABINOIDA U ULJU SJEMENKI KONOPLJE</b> .....	20
<b>2.9. ANALIZA THC-a U BIOLOŠKIH UZORCIMA</b> .....	23
<b>2.10. KLINIČKA ISTRAŽIVANJA UČINAKA ULJA SJEMENKI KONOPLJE</b> .....	25
<b>3. CILJ ISTRAŽIVANJA</b> .....	26
<b>4. ISPITANICI I METODE</b> .....	27
<b>5. REZULTATI</b> .....	28
<b>6. RASPRAVA</b> .....	49
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	52
<b>LITERATURA</b> .....	53
<b>PRIVITCI</b> .....	56

## **POPIS KRATICA**

AA – arahidonska kiselina

ACE – angiotenzin-konvertirajući enzim

ADI – prihvatljiv dnevni unos

CBC – kanabikromen

CBCA – kanabikromenska kiselina

CBD – kanabidiol

CBDA – kanabidiolna kiselina

CBDV – kanabidivarin

CBG – kanabigerol

CBGA – kanabigerolna kiselina

CBE – kanabielsoin

CBN – kanabinol

DHA – dokozaheksaenska kiselina

ECS – endokanabinoidni sustav

EFA – esencijalna masna kiselina

EFSA – Europska agencija za hranu i sigurnost

EPA – eikozapentanska kiselina

EU – Europska unija

GAE – ekvivalenti galne kiseline

GC – plinska kromatografija

GLA –  $\gamma$ -linolenska kiselina

HPLC – visokodjelotvorna tekućinska kromatografija

LA – linolna kiselina



LDL – lipoprotein male gustoće

LNA –  $\alpha$ -linolenska kiselina

LOAEL – najniža razina tvari pri kojoj je primijećen neželjeni učinak

MS – spektrometrija masa

NOAEL – najviša razina tvari pri kojoj nije primijećen neželjeni učinak

PUFA – polinezasićene masne kiseline

SAD – Sjedinjene Američke Države

SDA – stearidonska kiselina

THC –  $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol

THCA – tetrahidrokanabinolna kiselina

THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol

THC-OH – 11-hidroksi- $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol

TPC – ukupan sadržaj fenola

## SAŽETAK

Sorte industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L. subsp. *sativa*) odobrene za uzgoj nalaze se na sortnoj listi Europske unije, a karakterizira ih udio  $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinola manji od 0,2 % u suhoj tvari biljke. Sjemenke industrijske konoplje sadrže 25 – 35 % ulja koje je najznačajniji proizvod njihove prerade, a udio polinezasićenih masnih kiselina u ulju seže i do 80 %. Konzumacijom ulja sjemenki konoplje postižu se brojni pozitivni učinci na zdravlje, ponajviše zbog povoljnog omjera  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 masnih kiselina.

Cilj istraživanja bio je ispitati informiranost studenata hrvatskih sveučilišta o uporabi te nutritivnim i bioaktivnim svojstvima ulja sjemenki konoplje putem anketnog upitnika u *online* obliku. U istraživanju je sudjelovalo 100 studenata obaju spolova dobi 19 – 33 godine.

Ulje sjemenki konoplje nije konzumiralo 84 % ispitanika jer im je nepoznato, a konzumenti ulja većinom su se informirali o njegovim dobrobitima kod prijatelja ili poznanika. Ispitanici-konzumenti (88 %) su preferirali ulje domaćeg proizvođača, a mali je udio (6,3 %) onih koji ne obraćaju pažnju na proizvođača i ne pridaju važnost čitanju deklaracije. Gotovo 70 % ispitanika-konzumenata cijenu ulja sjemenki konoplje smatra prihvatljivom. Više od polovice ispitanika konzumira ulje rjeđe od jednom mjesečno u malim dozama, najčešće u sklopu sirovih jela. Većinu ispitanika koja je upoznata sa činjenicom da se ulje sjemenki konoplje ne konzumira zbog psihoaktivnog, već zbog antioksidacijskog učinka, čine studenti biomedicinskih i zdravstvenih, biotehničkih i prirodnih znanosti. Polovica svih ispitanika nije znala da se ulje sjemenki konoplje dobiva iz sjemena industrijske konoplje, ali 78 % svih ispitanika je informirano da je uporaba ovog ulja legalna. Samo 13 % svih ispitanika upoznato je sa činjenicom da konzumacija ulja sjemenki konoplje može u iznimnim slučajevima rezultirati pozitivnim testom na droge zbog prisutnosti THC-a, stoga je potrebna bolja zakonska regulativa za takve proizvode na tržištu kako bi se navedeni rizici smanjili.

Ključne riječi: anketa, omega masne kiseline, THC, ulje sjemenki konoplje

## SUMMARY

Approved strains of industrial hemp (*Cannabis sativa L.* subsp. *sativa*) for cultivation are on the variety list of the European Union and are characterized by the  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol content of less than 0.2% in the dry matter of the plant. Industrial hemp seeds contain 25 – 35% of oil, which is the most important product of their processing. The mass fraction of polyunsaturated fatty acids in the oil reaches up to 80%. Numerous positive health effects are achieved by consumption of hemp seed oil, mainly due to the favorable ratio of  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 fatty acids.

The aim of the research was to examine the awareness among students of Croatian universities about the use and nutritional and bioactive properties of hempseed oil through an online questionnaire. The study involved 100 students of both sexes aged 19 – 33 years.

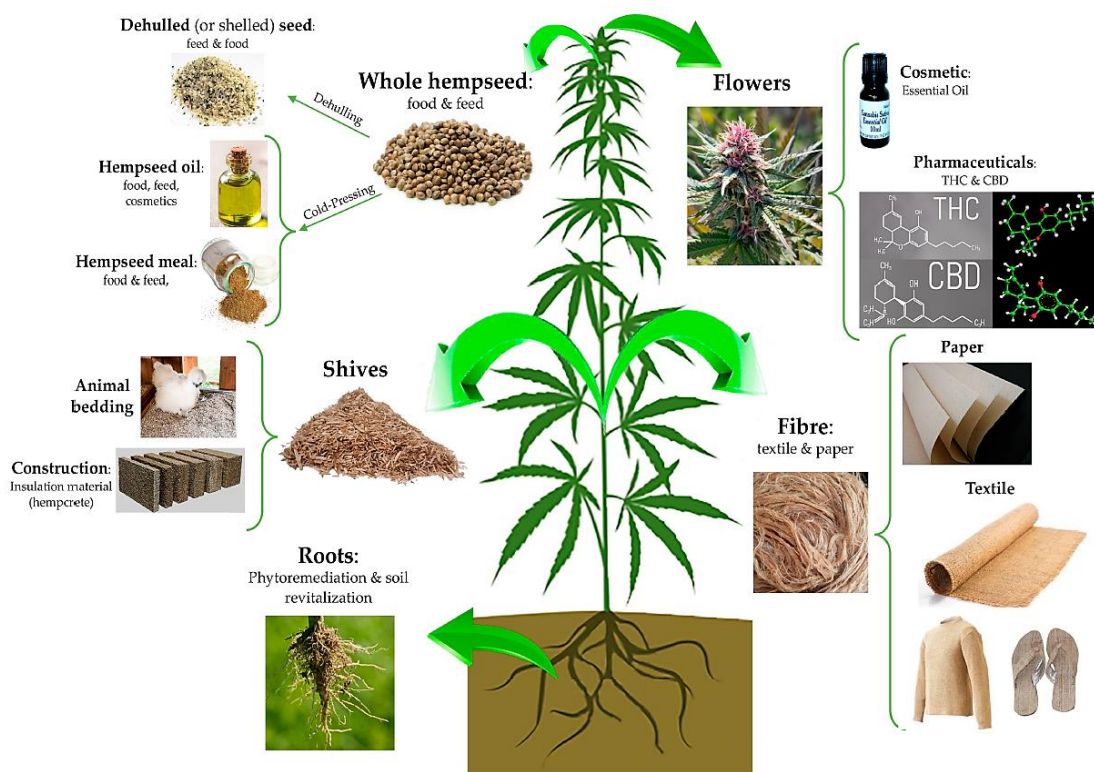
Eighty-four percent of respondents did not consume hempseed oil. Oil consumers mostly inquired about its benefits from friends or acquaintances and prefer to purchase domestic oils. There is a small proportion (6.3%) of those who do not pay attention to the manufacturer and think that reading the declaration is not important. Almost 70% of respondents consider the price of hempseed oil acceptable. More than half of the respondents consume oil less than once a month in small doses, most often as part of raw meals. The majority of respondents who are familiar with the fact that hempseed oil is not consumed because of its psychoactive, but because of its antioxidant effect, are students of biotechnical, biomedical and health studies and natural sciences. Half of the respondents did not know that hempseed oil is obtained from industrial hemp seeds, but 78% of students were informed that the use of this oil is legal. Only 13% of respondents are aware of the fact that consumption of hemp seed oil can in exceptional cases result in a positive drug test due to the presence of THC, therefore better legislation is needed for such products on the market to reduce these risks.

Key words: hempseed oil, omega fatty acids, THC, questionnaire

## 1. UVOD

Konoplja (*Cannabis sativa L.*) je jedna od najstarijih kultiviranih biljaka i uzgaja se širom svijeta za medicinsku, industrijsku i narkotičku/rekreacijsku upotrebu. Zeljasta je biljka koja pripada porodici *Cannabaceae* i rodu *Cannabis* (1). Konoplja može biti dvodomna (ženski i muški cvjetovi na različitim biljkama) ili jednodomna (ista biljka sadrži muške i ženske cvjetove) (2). Trenutno postoje samo pripitomljene jedinke, odnosno jedinke sorti koje su ljudi odabrali za uzgoj zbog korisnih karakteristika, i ruderalne jedinke, odnosno one sorte koje rastu izvan uzgoja (1).

Konoplja je vrijedan izvor hrane za čovječanstvo već tisućljećima, što dokazuju sjemenke konoplje pronađene u grobnicama u Kini koje datiraju iz trećeg tisućljeća prije Krista (2). To je višenamjenska, održiva biljna vrsta s malim utjecajem na okoliš koja se može rabiti u različitim područjima, od poljoprivrede i fitoremedijacije do prehrambene, kozmetičke, građevinske i farmaceutske industrije. Ova svestrana biljka sirovina je za razne proizvode, poput vlakana, građevinskog materijala i materijala za toplinsku izolaciju, sjemenki, brašna i ulja s važnim hranjivim i funkcionalnim značajkama (1) (Slika 1.).



**Slika 1.** Različite upotrebe biljke konoplje (*Cannabis sativa* L.). Izvor: Farinon i suradnici (1).

Unatoč visokoj hranjivoj vrijednosti, sjemenke konoplje smatrale su se otpadnim produktom proizvodnje vlakana te su uglavnom korištene kao hrana za životinje. Uzgoj ove kulture smanjio se od prve polovice 21. stoljeća zbog progresivne integracije sintetičkih vlakana u industriju i upotrebe određenih sojeva biljke *C. sativa* L. za proizvodnju opojnih droga (1). Tijekom posljednjih nekoliko godina većina zapadnih zemalja prepoznala je potencijal industrijske konoplje te stoga promovira njen uzgoj (2). U Europi se površina za uzgoj industrijske konoplje (dvonamjenska proizvodnja: sjeme i stabljika) povećala s 15 700 ha u 2013. na 56 196 ha u 2019. Očekuje se daljnji porast, uglavnom zbog rastuće potražnje za sjemenkama konoplje (3).

U javnosti je i dalje prisutan nedostatak znanja o razlikama između industrijske i indijske konoplje pa negativna reputacija indijske konoplje prati i industrijsku te obeshrabruje i usporava daljnja ulaganja i interes za istraživanja pozitivnih zdravstvenih učinaka sjemenki industrijske konoplje (1).

## 2.1. RAZLIKE IZMEĐU INDUSTRIJSKE I INDIJSKE KONOPLJE

Različite namjene dviju podvrsti *C. sativa* L. su posljedica različitog sadržaja dviju glavnih fitokemikalija karakterističnih za ovu biljku: psihoaktivnog spoja  $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinola (THC) i spoja bez psihoaktivnog učinka – kanabidiola (CBD). Podvrsta *C. sativa* L. subsp. *sativa* (industrijska konoplja) uzgaja se radi dobivanja vlakana, sjemena i njihovih prerađevina te sadrži nisku razinu THC-a. Podvrsta *C. sativa* L. subsp. *indica* (indijska konoplja) uzgaja se u narkotičke/rekreacijske svrhe i karakterizira je visoka razina THC-a. Sorte uzgajane u medicinske svrhe karakterizira visoka razina THC-a i CBD-a (1). Oba spoja pripadaju klasi kanabinoida koja obuhvaća preko 100 sekundarnih metabolita iz porodice terpenofenolskih spojeva, tipičnih za sve biljke *C. sativa* L. Ti se spojevi sintetiziraju, sakupljaju i pohranjuju u dlačicama koje su specijalizirane sekretorne epidermalne žlijezde. One su u najvećem broju prisutne na cvatu ženske biljke, dok ih je manje na lišću i stabljikama, a nema ih na korijenu i sjemenu, stoga ti biljni organi ne sadrže kanabinoide (1). Sadržaj kanabinoida korelira s količinom žljezdanih dlačica. One na cvjetovima ženskih biljaka izlučuju najviše smole bogate kanabinoidima, koja se još naziva hašiš (sadržaj THC-a 0,5 – 7 %), dok se cvatovi zalijepljeni smolom nazivaju marihuana (sadržaj THC-a 5 – 20 %) (4).

Kontaminacija sjemenki konoplje THC-om može se dogoditi tijekom procesa berbe, kao rezultat fizičkog kontakta sa smolom, a razina ove kontaminacije ovisi o sorti i procesu čišćenja sjemenki (1). Najveći udio THC-a može se naći na površini sjemene ovojnice, dok se u unutrašnjosti sjemenaka nalaze samo vrlo niske koncentracije THC-a (manje od 2 mg/kg kod indijske konoplje i manje od 0,5 mg/kg kod industrijske konoplje) (5).

Prema smjernicama Europske unije (EU) industrijska konoplja mora sadržavati manje od 0,2 % THC-a. Postoje i fenotipovi s manje od 0,05 % THC-a. Osim o fenotipu biljke, sadržaj kanabinoida u velikoj mjeri ovisi o klimatskim prilikama tijekom uzgoja. Primijećen je veći sadržaj THC-a u konoplji uzgojenoj u toplijim i suhim kontinentalnim područjima, nego u onoj uzgojenoj u primorskoj klimi. Biljke konoplje koje rastu na kontinentalnim područjima razvijaju više sekretornih dlačica i stoga proizvode više kanabinoida (4).

Tehnikom plinske kromatografije spregnute sa spektrometrijom masa u današnje je vrijeme moguće precizno odrediti sadržaj THC-a u konoplji s ciljem razlikovanja sorti s visokim i niskim udjelom THC-a (1).

### 2.1.1. Kemijski fenotipovi *C. sativa L.*

Koncentracija svakog kanabinoida u biljci genetski je određena, tako da postoje različiti genotipovi povezani s različitim kemijskim fenotipovima, koji se razlikuju u vrsti i koncentraciji kanabinoida. Postoje tri glavna kemotipa identificirana na temelju sadržaja i omjera dvaju glavnih kanabinoida (CBD-a i THC-a):

1. Kemotip I karakterizira nizak omjer CBD/THC (0,00 – 0,05) zbog visokog udjela THC-a (> 0,3 % suhe mase reproduktivnog dijela ženske biljke u vrijeme cvatnje). Ovaj kemijski fenotip (*C. sativa L.* subsp. *indica*) i sorte koje pripadaju ovom kemotipu su one koje se obično uzgajaju u narkotičke/rekreacijske svrhe.
2. Kemotip II ima omjer CBD/THC 0,5 – 3,0, te obično malo prevladava CBD. Ovaj kemijski fenotip također se naziva prijelazni tip, a sorte koje pripadaju ovom kemotipu uglavnom se uzgajaju u medicinske svrhe.
3. Kemotip III karakterizira visok omjer CBD/THC (15 – 25) zbog jako niskog udjela THC-a (< 0,3 % suhe mase reproduktivnog dijela ženske biljke u vrijeme cvatnje). Ovaj kemijski fenotip poznat je kao *C. sativa L.* subsp. *sativa* i sorte koje pripadaju ovom kemotipu uzgajaju se u industrijske svrhe, radi vlakana, sjemenki i njihovih prerađevina (1).

Također postoji podjela koja isključuje prijelazni tip i temelji se na omjeru THC-a i kanabinola (CBN) prema CBD-u  $[(\text{THC} + \text{CBN}) / \text{CBD}]$ . Omjeri manji od 1 karakteriziraju industrijsku konoplju, dok omjeri veći od 1 karakteriziraju indijsku konoplju (7,8).

## 2.2. SJEMENKE INDUSTRIJSKE KONOPLJE

Sjemenke su dio biljke konoplje koji se najčešće konzumira kao hrana. To su ujedno i plodovi, obavijeni suptilnim i tvrdim perikarpom, a sazrijevaju 3 – 6 tjedana nakon oplodnje ženskog cvijeta (2). Sve većim prepoznavanjem njihovih nutritivnih značajki i zdravstvenih učinaka, povećala se proizvodnja industrijske konoplje i sjeme je postalo proizvod važnog i rastućeg potencijala na tržištu.

Sjemenke se mogu konzumirati kao cijelo sjeme ili oljuštene, a najčešće se prerađuju u ulje, brašno i proteinski prah (1). Sjeme se obično oljušti prije upotrebe u prehrambenim

proizvodima, kao što su npr. čokoladice, čips i namaz od orašastih plodova. Cijele, odnosno neoljuštene sjemenke konoplje tradicionalni su sastojak mješavina za hranjenje ptica (7).

Sjeme konoplje smatra se jednim od nutritivno najcjelovitijih izvora hrane zbog visokih hranjivih svojstava. Kalorijska mu je vrijednost 500 – 600 kcal/100 g proizvoda (2), a sastoji se od približno 20 – 25 % lako probavljivih bjelančevina bogatih esencijalnim aminokiselinama; 20 – 30 % ugljikohidrata, od kojih većinu čine prehrambena, uglavnom netopljiva vlakna; 25 – 35 % lipida s jedinstvenim i uravnoteženim sastavom masnih kiselina; kao i vitamina i minerala (Tablica 1.) (1). Već 50 mg konopljinih sjemenki može pokriti 50 – 100 % preporučenog dnevnog unosa nekoliko minerala, uključujući bakar, magnezij i cink, i osigurati > 100 % preporučene dnevne doze vitamina A, D i E (2).

**Tablica 1.** Nutritivna svojstva različitih uzoraka sjemenki konoplje (g/100 g)

Fat	Proteins	CHO	Total DF	Insoluble DF	Soluble DF
26.9–30.6	23.8–28.0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32.8–35.9	24.3–28.1	32.5–37.5	n.a.	n.a.	n.a.
34.6 ± 1.2	25.6 ± 0.6	34.4 ± 1.5	33.8 ± 1.9	30.9 ± 1.5	2.9 ± 0.4
25.4–33.0	21.3–27.5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35.5	24.8	27.6	27.6	22.2	5.4
33.3 ± 0.1	22.5 ± 0.2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24.5 ± 2.0	24.8 ± 1.1	38.1 ± 2.5	n.a.	n.a.	n.a.

CHO – carbohydrates; DF – dietary fiber; n.a. – not available

Izvor: Farinon i suradnici (1).

Dva glavna proteina sjemenki konoplje su skladišni protein albumin i legumin edestin. Proteini sjemenki konoplje sadrže sve esencijalne aminokiseline potrebne čovjeku, a najzastupljenija aminokiselina je glutaminska kiselina (3,74 – 4,58 %), te iza nje slijedi arginin (2,28 – 3,10 %) (Tablica 2.). Sjeme konoplje može se smatrati bogatim izvorom proteina koji sadrži veću ili sličnu količinu proteina kao i kvinoja (13,0 %), *chia* sjemenke (18,2 – 19,7 %), sjemenke heljde (27,8 %) i lanene sjemenke (20,9 %) (1).



**Tablica 2.** Aminokiselinski sastav različitih uzoraka sjemenki konoplje (g/100 g sjemenki)

Ala	Arg	Asp	Cys	Glu	Gly	His *	Ile *	Leu *	Lys *	Met *	Phe *	Pro	Ser	Thr *	Trp *	Tyr	Val *
1.28	3.10	2.78	0.41	4.57	1.14	0.71	0.98	1.72	1.03	0.58	1.17	1.15	1.27	0.88	0.20	0.86	1.28
1.23	2.76	2.13	0.31	4.58	1.24	0.64	0.62	1.53	1.28	0.50	1.02	1.14	1.27	0.85	n.a.	0.73	0.68
0.94	2.69	2.33	0.36	3.83	1.02	0.58	0.86	1.47	0.84	0.56	1.01	0.89	1.12	0.79	n.a.	0.78	1.13
0.96	2.28	2.39	0.41	3.74	1.06	0.55	0.80	1.49	0.86	0.56	1.03	0.90	1.19	1.01	0.23	0.68	1.14

\* Essential amino acids. Ala: alanine; Arg: arginine; Asp: asparagine; Cys: cysteine; Glu: glutamate/glutamine; His: histidine; Iso: isoleucine; Leu: leucine; Lys: lysine; Met: methionine; Phe: phenylalanine; Pro: proline; Ser: serine; Thr: threonine; Trp: tryptophan; Tyr: tyrosine; Val: valine; n.a.: not available.

Izvor: Farinon i suradnici (1).

U sklopu različitih istraživanja utvrđen je ukupan sadržaj (uglavnom netopljivih) prehrambenih vlakana 27,6 – 33,8 g/100 g sjemeni. Visok sadržaj vlakana može negativno utjecati na probavljivost proteina. Međutim, važno je uzeti u obzir da konzumacija prehrambenih vlakana ima nekoliko pozitivnih zdravstvenih učinaka: može poboljšati osjetljivost na inzulin te smanjiti apetit, smanjujući tako i rizik od pretilosti i dijabetesa. Također, može sniziti razine ukupnog kolesterola u krvi i lipoproteina male gustoće (LDL). Zbog toga što se prehrambena vlakna ne probavljaju u tankom crijevu, dospijevaju u debelo crijevo, gdje ih fermentira crijevna mikrobiota te se stvaraju masne kiseline kratkog lanca s antikancerogenim i protuupalnim svojstvima (1).

### 2.3. PROIZVODI PRERADE SJEMENKI INDUSTRIJSKE KONOPLJE

Budući da su sjemenke konoplje uljarice, ulje je najvažniji proizvod konoplje, posebno s industrijskog gledišta. Potencijalni prinos ulja iznosi 250 – 500 kg/ha (8). Ulje sjemenki konoplje ima ugodan orašast, blago gorkast okus. Dodaje se salatama, umacima, namazima, frapeima, jogurtima, marinadama, juhama i drugim jelima.

Postoje brojne metode za ekstrakciju ulja sjemenki konoplje, uključujući hladno prešanje, ekstrakciju superkritičnim CO<sub>2</sub>, ekstrakciju otapalom izopropanolom, heksanom ili dimetil eterom. Jedan od osnovnih kriterija pri odabiru načina proizvodnje ulja je udio ulja u sjemenu. Analizom sadržaja ulja pet rumunjskih industrijskih vrsta konoplje uzgajanih u dvije uzastopne godine na istom mjestu, otkriveno je da uvjeti okoliša poput visoke mjesečne prosječne temperature (25 – 26 °C) i male količine kiše (223 mm tijekom cvjetanja biljaka) rezultiraju nepotpunim sazrijevanjem sjemenki konoplje i smanjenim sadržajem ulja (1). Sjemenke

industrijske konoplje prosječno sadrže 25 – 35 % ulja te je metodom hladnog prešanja moguće ekstrahirati 60 – 80 % ulja iz sjemena, što je u usporedbi s proizvodnjom drugih prešanih ulja (djevičansko maslinovo ulje, repičino ulje) izuzetno dobro iskorištenje (8).

Hladno prešana ulja postala su popularna jer se smatraju prirodnim i sigurnim proizvodima za upotrebu u prehrani. Hladnim prešanjem sjeme se propušta kroz pužnu prešu, bez dodavanja jakih kemijskih otapala i bez povišene temperature pri obradi. Ovakvim se procesom zadržava više korisnih komponenti sjemena, uključujući polinezasićene masne kiseline (PUFA) i druge bioaktivne tvari te se istovremeno degradacijske promjene u ulju svode na najmanju moguću mjeru (9). Međutim, metodom hladnog prešanja dobije se ulje s visokom razinom klorofila, vjerojatno zbog intenzivnog mehaničkog uništavanja stanica sjemenki konoplje tijekom prešanja i posljedičnog oslobađanja pigmenta iz kloroplasta. Kako bi se dobilo kvalitetnije ulje, mogu se koristiti alternativni postupci ekstrakcije, poput ekstrakcije pomoću superkritične tekućine (SFE), ekstrakcije pomoću ultrazvuka (UAE) ili ekstrakcije pomoću mikrovalova (MAE) (1). Ulje sjemenki konoplje ekstrahirano navedenim metodama razlikuje se u prinosu, fizičkim svojstvima i kemijskom sastavu. Nadalje, troškovi su također važan faktor pri odabiru metode ekstrakcije. Uzimajući u obzir početnu ekonomsku analizu troškova i koristi, ekstrakcija superkritičnim CO<sub>2</sub> je najisplativija, zatim slijede ekstrakcija po Soxhletu i ultrazvučna ekstrakcija (9).

Istraživanja su pokazala da ekstrakcija po Soxhletu omogućuje dobivanje optimalnog omjera  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 masnih kiselina. Smatra se konvencionalnom metodom ekstrakcije; odabrano otapalo zagrijava se do refleksa i izlijeva na uzorak, ekstrahirajući željene spojeve, uključujući hlapljive spojeve. Kao otapala za ekstrakciju ulja sjemenki konoplje uspješno se upotrebljavaju n-heksan, petrolej i dimetil eter, etanol te izopropanol (9). Metoda po Soxhletu ima visoku učinkovitost ekstrakcije ulja, ali je dugotrajna i zahtijeva upotrebu velike količine štetnih kemijskih otapala (10).

U procesu prerade sjemena industrijske konoplje pri ekstrakciji ulja istovremeno se dobiva odmašćena konopljina pogača. Njenim mljevenjem nastaje konopljino brašno, a prosijavanjem brašna nastaje konopljin protein (8).

Proteini konoplje predstavljaju vrijedan izvor metionina i cisteina, aminokiselina koje sadrže sumpor te esencijalne aminokiseline, arginina. Brojni dokazi koji podupiru antihipertenzivni

učinak hidroliziranih proteina konoplje, vjerojatno posredovan inhibicijom angiotenzin-konvertirajućeg enzima (ACE) i renina, razlozi su za istraživanje proteinskog praha konoplje (2).

Od sjemenki konoplje dobiva se i brašno. Istraživanja su pokazala da dodavanje 10 % brašna od konopljinog zrna u pšenično brašno nije utjecalo na stabilnost i čvrstoću tijesta te je poboljšalo nutritivnu vrijednost konačnog proizvoda povećanjem razine bjelančevina i minerala. U drugom je istraživanju dodavanje konopljinog brašna škrobu za proizvodnju kruha bez glutena rezultiralo poboljšanjem okusa i boje, povećanjem hranjive vrijednosti, razine vlakana te bjelančevina (2).

## **2.4. BIOAKTIVNE KOMPONENTE ULJA SJEMENKI KONOPLJE**

Pored hranjive vrijednosti, sjeme konoplje posjeduje i prirodne antioksidanse i druge bioaktivne komponente poput bioaktivnih peptida, fenolnih spojeva, tokoferola, karotenoida i fitosterola. Jedna od njih je  $\beta$ -sitosterol, učinkovit u inhibiciji unosa kolesterola, posebice ako se unosi u organizam putem prehrambenih masti. Postoji kompeticija između sterola i kolesterola za apsorpciju u crijevnu sluznicu. Istraživanje je pokazalo da su pacijenti, koji su prehranom dnevno unosili 500 mg kolesterola uz 1 g  $\beta$ -sitosterola, imali 42 % nižu apsorpciju kolesterola (12).

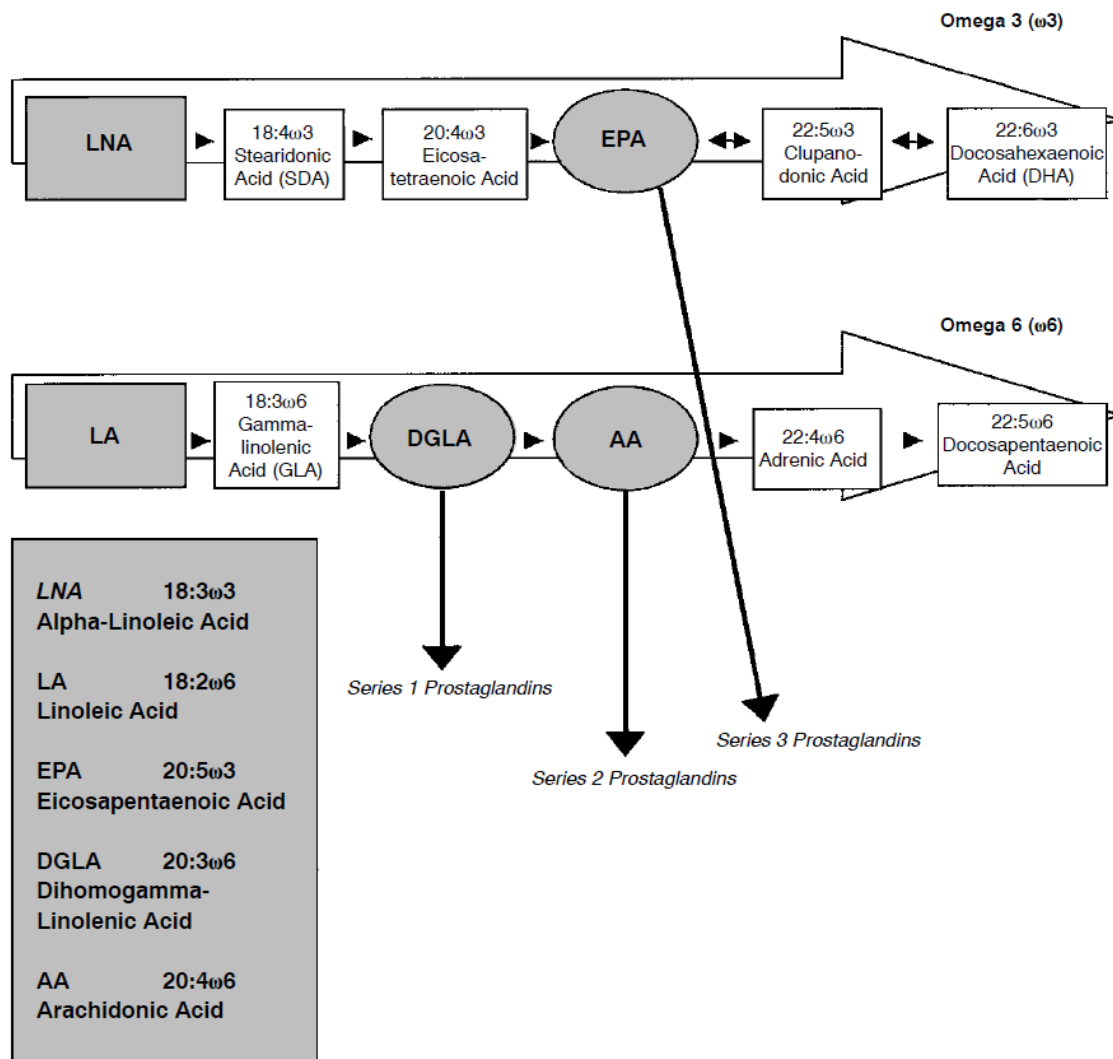
Iako je prisutan u tragovima, metil salicilat važno je istaknuti kao jednu od komponenata ulja sjemenki konoplje. Medicinski učinci biljnih salicilata poznati su stoljećima. Aspirin ili acetilsalicilna kiselina, bliski srodnik metil salicilata, jedan je od najčešće korištenih lijekova na svijetu zbog svojih antipiretičkih, protuupalnih i analgetičkih svojstava. Također, milijuni ljudi redovito uzimaju male doze salicilata (aspirin) kako bi smanjili rizik od srčanog i moždanog udara. Metil salicilat može se hidrolizirati u salicilnu kiselinu, aktivni sastojak aspirina te su, stoga, farmakološki učinci metil salicilata slični učincima aspirina (11).

### 2.4.1. Polinezasićene masne kiseline

Masne kiseline izvor su energije u organizmu, izgrađuju biološke membrane, važni su prekursori drugih molekula te sudjeluju u apsorpciji vitamina topljivih u mastima (A, D, E, K) (8). Ulje sjemenki konoplje ima najveći udio nezasićenih masnih kiselina od svih biljnih ulja i sadrži nutritivno vrijedne esencijalne masne kiseline (do 80 %) (4). Glavne  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 PUFA-e u ulju su linolna kiselina (LA) (do 60 %) i  $\alpha$ -linolenska kiselina (LNA) (do 20 %) (8). Prema Europskoj agenciji za hranu i sigurnost (EFSA) najpovoljniji omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 je od 3:1 do 5:1, a nalazi se u tradicionalnoj japanskoj i mediteranskoj prehrani, gdje je učestalost koronarne bolesti povijesno bila niska. Razine LA i LNA pronađene u ulju sjemenki konoplje su idealne. Nizak omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 koji je u ulju najčešće oko 3:1 koristan je za smanjenje ukupnog omjera  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 u prehrani (1), posebno u industrijaliziranim zemljama gdje postoji nepovoljan prosječan omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 i iznosi oko 15:1 (8). Količina konzumirane LA ( $\omega$ -6) u odnosu na LNA ( $\omega$ -3) iznimno se povećala u posljednjih 100 – 150 godina te je ta promjena uvelike poremetila ravnotežu esencijalnih masnih kiselina u prehrani (11).

Bitna uloga LA i LNA u prehrani povezana je s posredničkim i krajnjim produktima njihovog metabolizma. Ulje sjemenki konoplje sadrži 0,5 – 4,5 %  $\gamma$ -linolenske kiseline (GLA) i 0,3 – 1,6 % stearidonske kiseline (SDA) (8). GLA i SDA su produkti desaturacije LA i LNA i važna su karakteristika ulja sjemenki konoplje s obzirom na to da su rijetko prisutne u biljnim uljima. U metaboličkim putevima desaturacija LA i LNA odvija se pomoću istih enzima, pa je važno kontrolirati omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 u prehrani. Velika količina LA u prehrani može dovesti do iskorištenja većine enzima desaturacije što rezultira nedostatkom produkata desaturacije LNA (6).

LA se metabolizira u GLA, a zatim u arahidonsku kiselinu (AA). LNA se metabolizira u eikozapentaensku kiselinu (EPA) i u dokozaheksaensku kiselinu (DHA). EPA i AA tijelo metabolizira u eikozanoide. Ovi spojevi u konačnici postaju prostaglandini koji utječu na zgrušavanje krvi, odgovor na upalu i imunoregulaciju (11) (Slika 2.).



**Slika 2.** Metabolizam masnih kiselina. Izvor: Leizer i suradnici (11).

Uspoređujući sedam različitih sorti konoplje (Bialobrzieskie, Felina, Fedora, Finola, Futura, Santhica i Tygra) utvrđeno je da sjeme sorte Finola ima najveći sadržaj LNA i GLA te najmanji sadržaj oleinske kiseline i zasićenih masnih kiselina, poput palmitinske i stearinske kiseline (2).

Provedeno je nekoliko istraživanja kojima je cilj bio ispitati sastav masnih kiselina ulja sjemenki konoplje. Ustanovljeni omjeri  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 bili su u rasponu 1,7 – 3,7 te potvrđuju optimalan omjer za uravnoteženu prehranu (11-13).

### 2.4.2. Polifenoli

Ulje sjemenki konoplje sadrži polifenole koji imaju važnu ulogu u zaštiti jestivih ulja od oksidacije lipida, a u ljudskom organizmu imaju antioksidacijske i protuupalne učinke (10).

Sadržaj ukupnih fenola (TPC) u ulju sjemenki konoplje ovisi o sorti. U hladno prešanom ulju sjemenki konoplje sorte Finola utvrđen je TPC od 267,5 mg ekvivalenata galne kiseline (GAE)/100 g (2), dok je u ulju sjemenki iz sorte Fedora utvrđena niža vrijednost (2,1 mg GAE/100 g) (10). Osim sorte, široki raspon vrijednosti TPC-a sugerira da i geografska lokacija utječe na sadržaj TPC-a jer ulja iz unutrašnjosti imaju niži sadržaj polifenola (10).

### 2.4.3. Tokoferoli

Tokoferoli pripadaju skupini fenolnih antioksidansa koji mogu spriječiti oksidaciju lipida uklanjanjem slobodnih radikala i reagiranjem sa singletnim kisikom. U biljnim uljima  $\alpha$ -tokoferol inhibira učinke singletnog kisika tijekom senzibilizirane fotooksidacije. Dakle, ovi sastojci mogu spriječiti oksidaciju ulja bogatih polinezasićenim masnim kiselinama, što pozitivno utječe na skladištenje ulja. Među vitamerima vitamina E, utvrđeno je da je  $\gamma$ -tokoferol najzastupljeniji, a slijede ga  $\alpha$ -,  $\delta$ - i  $\beta$ -tokoferoli. (10) Antioksidacijska aktivnost raste, a biološka aktivnost pada u nizu od  $\alpha$ - do  $\delta$ - tokoferola (8).

Istraživanjem je utvrđen ukupni sadržaj tokoferola u uljima sjemenki konoplje i kreće se u rasponu 3,47 – 13,25 mg/100 g. Ti su rezultati u skladu s određenim vrijednostima tokoferola u ulju sjemenki konoplje nakon hladnog prešanja koje iznose 11,40 mg/100 g. Druga provedena istraživanja utvrdila su masene udjele tokoferola u većem rasponu 3,5 – 85 mg/100 g. Kvantificiranjem različitih vitamera utvrđeni su maseni udjeli  $\alpha$ -tokoferola u rasponu 3,71 – 11,06 mg/100 g i 2 – 3 puta veći maseni udjeli  $\gamma$ -tokoferola. Snižavanje sadržaja tokoferola u biljnim uljima pripisuje se sličnim čimbenicima koji utječu na oksidaciju lipida, kao što su vrijeme skladištenja, izloženost kisiku i temperatura (10).

#### *2.4.4. Klorofili i karotenoidi*

Svježe prešano ulje ima jaku zelenkastu nijansu zbog prisutnosti klorofila. Ovi prirodni pigmenti djeluju kao snažni prooksidansi, povećavajući osjetljivost jestivih ulja na oksidaciju izazvanu svjetlošću ili fotooksidaciju te mijenjaju boju ulja od intenzivne tamnozeleno boje do žute.

Vrijednosti ukupnog sadržaja klorofila u različitim vrstama komercijalnih uzoraka ulja sjemenki konoplje su u rasponu 0,41 – 4,81 mg/kg. Analizom hladno prešanog ulja sjemenki konoplje u dva istraživanja utvrđene su veće vrijednosti klorofila koje sežu i do 98,6 mg/kg (10).

Prisutnost karotenoida u ulju sjemenki konoplje štiti klorofil od razgradnje i sprječava promjenu boje tijekom skladištenja.

Karotenoidi su detektirani u rasponu masenih udjela 0,15 – 1,73 mg/kg, a u komercijalnim uljima sjemenki konoplje iz Kanade zabilježen je i deset puta veći sadržaj karotenoida. Sadržaj karotenoida u uljima ovisi o sorti i stupnju zrelosti sjemena, klimatskim karakteristikama tijekom rasta biljaka i intenzitetu postupka uklanjanja pigmenta iz ulja (10). Omjer klorofila i karotenoida može ukazivati na sortu konoplje (11).

### **2.5. INDIKATORI KVALITETE ULJA SJEMENKI KONOPLJE PRILIKOM SKLADIŠTENJA**

Oksidacijska nestabilnost jedan je od najvažnijih čimbenika odgovornih za smanjenje kvalitete ulja i kraći rok trajanja. Oksidacija utječe na nutritivna svojstva, toksičnost, boju i aromu, dovodi do razvoja različitih nepoželjnih okusa koji odbijaju potrošača od kupnje proizvoda. Kao mjere užeglosti i oksidacije ulja koriste se peroksidni i kiselinski broj i idealno je da je njihova vrijednost manja od 1 (13). Provedeno je istraživanje kojemu je cilj bio utvrditi kako različiti uvjeti skladištenja utječu na kvalitetu ulja sjemenki konoplje. Uzorci su pohranjeni 5 mjeseci pri temperaturi 18 – 25 °C s pristupom svjetlosti i bez nje te u hladnjaku pri  $8 \pm 2$  °C. Rezultati određivanja kemijskih svojstava (peroksidni i kiselinski broj) uzoraka ulja nakon 5 mjeseci ukazuju da je ulje sjemenki konoplje najbolje čuvati na  $8 \pm 2$  °C bez pristupa

svjetlosti (12). Preporuka je plasirati ga na tržište u bočicama od tamnog stakla malog volumena kako bi se zaštitilo od svjetlosti i što prije potrošilo (8). Također, još uvijek postoji određeni potencijal za uzgoj sorti s povećanim sadržajem tokoferola i GLA za antioksidacijsku zaštitu ulja (4).

## **2.6. REGULATORNI ASPEKTI**

Sorte *C. sativa* koje se mogu koristiti u Europi za proizvodnju sjemena su one s razinom THC-a nižom od 0,2 %. Kontaminacija ulja sjemenki konoplje THC-om je stoga niska i samo iznimno prelazi granicu od 5 mg/kg (maksimalni sadržaj THC-a u hrani koju je postavilo njemačko zakonodavstvo 2000. godine). Razumno je očekivati da se takva granična vrijednost može ispoštovati u sjevernoj Europi, ali je poznato da bi visoke temperature u južnoj Europi mogle lako uzrokovati povećanje sadržaja THC-a u ulju iznad propisane granične vrijednosti. Europsko udruženje za industrijsku konoplju predložilo je manje strogu graničnu vrijednost THC-a od 10 mg/kg u ulju sjemenki konoplje te je naglasilo da se ulje mora konzumirati bez zagrijavanja jer povišena temperatura povećava sadržaj THC-a u ulju (13).

Do sada je nekoliko zemalja, uključujući Austriju, Finsku, Ujedinjeno Kraljevstvo, Italiju i Njemačku, dopustilo prodaju prehrambenih proizvoda od industrijske konoplje, ali nedostatak regulative ili njena nedorečenost stvaraju konfuziju u drugim zemljama. Iako je nekoliko uljnih proizvoda na bazi konoplje komercijalno dostupno, pravni okvir za oglašavanje i prodaju ove vrste proizvoda u EU još je uvijek nejasan. Unatoč tome što je ulje klasificirano kao nova hrana, nisu uspostavljene kontrole kvalitete za ulje sjemenki konoplje na tržištu, dok, primjerice, maslinovo ulje mora zadovoljiti nekoliko parametara kvalitete (npr. kiselinski i peroksidni broj, apsorbancije pri valnim duljinama 232 i 270 nm, itd.). Kvalitetu ulja sjemenki konoplje treba jamčiti restriktivnijim parametrima koji uzimaju u obzir njegovu kemijsku složenost i varijacije zbog nekoliko čimbenika, poput genetike (sorta), metoda koje se koriste za njegovo dobivanje (npr. prešanje, ekstrakcija otapalima), procesa rafiniranja i uklanjanja pigmenata (10).

Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske 2012. propisalo je uvjete za uzgoj industrijske konoplje u svrhu dobivanja sjemena za proizvodnju prehrambenih proizvoda i hrane za



životinje. Površine pod usjevima industrijske konoplje u Hrvatskoj su se povećale sa 106 ha na 658 ha u razdoblju od 2012. do 2014. godine (8).

Prema Zakonu o izmjenama i dopunama Zakona o suzbijanju zlorabe droga („Narodne novine“, br. 39/19.) iz 2019. godine industrijska konoplja je konoplja (*Cannabis sativa L.*) s ukupnim sadržajem THC-a 0,2 % i manjim čije sorte se nalaze na Zajedničkoj sortnoj listi EU i nije uvrštena u Popis droga, psihotropnih tvari i biljaka iz kojih se može dobiti droga.

Olakšan je i pojednostavljen postupak dobivanja dozvole za uzgoj i proizvodnju industrijske konoplje. Pravne i fizičke osobe koje ju uzgajaju dužne su se prije početka proizvodnje (sjetve) upisati u Evidenciju proizvođača industrijske konoplje koju vodi ministarstvo nadležno za poljoprivredu. Osobama upisanim u evidenciju dopušten je uzgoj i proizvodnja industrijske konoplje bez ograničenja u koje svrhe, dok je prije bilo dopušteno uzgajati industrijsku konoplju samo u svrhu proizvodnje hrane i hrane za životinje.

Budući da je zakon iz 1970. zabranio uzgoj i prodaju indijske i industrijske konoplje, ona je ostala ilegalna za uzgoj u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) do donošenja Zakona o poljoprivredi 2014. godine, koji je prvi put odvojio industrijsku od indijske konoplje. Zakon je definirao industrijsku konoplju kao *C. sativa L.* sa sadržajem THC-a < 0,3 % u bilo kojem dijelu biljke na osnovi suhe mase. To je omogućilo uzgoj industrijske konoplje u istraživačke svrhe. Međutim, protuzakonito je uvođenje bilo kakvih dodataka prehrane ili hrane koja sadrži CBD u međudržavnu trgovinu (kao što bi bio slučaj prilikom naručivanja putem interneta), pa se većina proizvoda uvozi iz Europe, a zatim obrađuje i distribuira u SAD-u. CBD i ulja od konoplje legalna su sve dok je sadržaj THC-a ispod granične vrijednosti od 0,3 % (14).

Zbog varijacija u zakonodavstvu vezanom za biljku *C. sativa L.*, kao i zbog ogromnog porasta novih proizvoda na tržištu, došlo je do pratećeg neraspoznavanja različitih vrsta ulja od konoplje. Ovisno o tome koja se sorta i koji se dio biljke koristi, bit će prisutne različite komponente u ulju. U cvjetovima i lišću se skupljaju fitokanabinoidi poput THC-a i CBD-a, kao i terpenoidi poput b-kariofilena i limonena. Nasuprot tome, sjemenke *C. sativa L.* sadrže malo ili nimalo fitokanabinoida te su bogate  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 esencijalnim masnim kiselinama i antioksidansima. Osim toga, postoje „kanabis ulja“ dobivena iz konoplje koja ima visoku razinu THC-a. Razlike između ulja su sažete u Tablici 3. (14).

**Tablica 3. Razlike između ulja sjemenki konoplje, ulja CBD-a i ulja kanabisa**

Variable	Hemp seed oils <sup>40</sup>	Hemp/CBD oils <sup>22</sup>	Cannabis oils <sup>22,41</sup>
Part of plant extracted	Seeds	Flowers and leaves of hemp plant	Flowers and leaves of marijuana plant
Main components	Omega-6 and omega-3 fatty acids, $\gamma$ -linolenic acid, nutritious antioxidants	Mostly CBD and BCP with other smaller-quantity phytocannabinoids and terpenoids	Mostly THC with some CBD and other phytocannabinoids and terpenoids
THC levels	None	<0.3% Dry weight	>0.3% Dry weight (often very high amounts such as 80%)
CBD levels	Little to none	More than average cannabis plants (12%-18% CBD, often higher due to postextraction enrichment)	Lower levels (10%-15%)
Uses	Nutritional supplement, other uses of hemp such as clothing and fibers	Medicinal uses of CBD and full-spectrum hemp oils	Medicinal uses of THC

BCP =  $\beta$ -caryophyllene; CBD = cannabidiol; THC = tetrahydrocannabinol.

Izvor: VanDolah i suradnici (14).

## 2.7. ENDOKANABINOIDNI SUSTAV I KANABINOIDI *C. SATIVA L.*

Endokanabinoidni sustav (ECS) uključen je u održavanje homeostaze u tijelu, povezujući sve tjelesne organe i sustave (14). Ima ulogu u regulaciji apetita, boli, raspoloženja, pamćenja, upale, osjetljivosti na inzulin, kao i u metabolizmu masti i energije. Identificirana su dva primarna receptora u ECS-u – CB1 i CB2 (2). Receptori CB1 pretežito se nalaze u moždanim stanicama, s posebno velikom gustoćom receptora u motoričkim, limbičkim, asocijativnim, kognitivnim, osjetnim i autonomnim moždanim strukturama (bazalni gangliji, mali mozak, limbički sustav, hipotalamus i moždani korteks) (15). Također se nalaze na određenim stanicama imunološkog sustava, stanicama masnog tkiva, jetara, mišića, bubrega, pluća i reproduktivnim stanicama. CB1 je posrednik u oslobađanju neurotransmitera poput acetilkolina, noradrenalina, dopamina, gama-aminomaslačne kiseline (GABA) i glutamata (9). Aktivacija receptora CB1 ima potencijalne terapijske učinke na bol, neuropsihijatrijske poremećaje, neurološke bolesti i upalne bolesti crijeva. Također, antagonizam CB1 ima potencijalnu ulogu u liječenju pretilosti, dijabetesa tipa 2 te poremećaja jetara ili bubrega (2). Receptori CB2 nalaze se većinom u slezeni, krajnicima, timusu, kao i na mastocitima i krvnim stanicama te su uključeni u modulaciju rada imunoloških stanica (15).

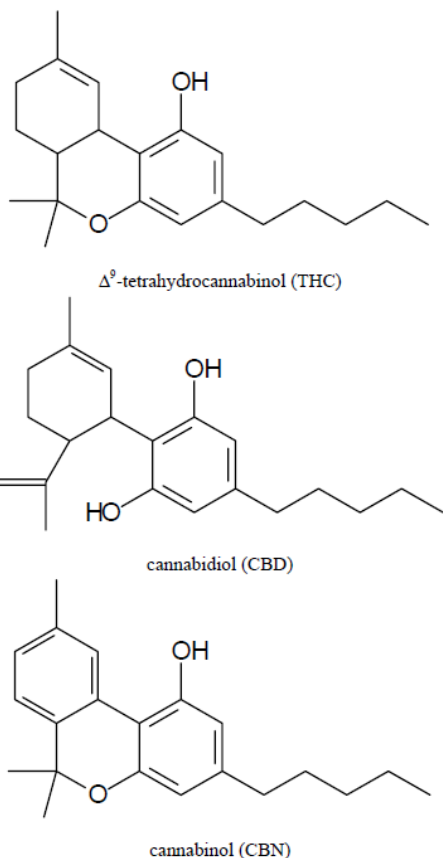
Endokanabinoidi su neurotransmiteri koji nastaju iz masnih kiselina te se vežu na kanabinoidne receptore i djeluju kao signalne molekule koordinirajući međustaničnu komunikaciju u svim

fiziološkim sustavima. Dva najviše proučavana endokanabinoida su anandamid-N-arahidoniletanolamin i 2-arahidonilglicerol (9).

Iako tijelo ima vlastite endogene kanabinoide, kanabinoidi biljnog podrijetla (fitokanabinoidi) istražuju se kao potencijalne terapijske opcije za različita stanja zbog njihove modulacije ECS-a (14). Do danas je identificirano najmanje 120 fitokanabinoida. Ovisno o kemijskoj strukturi, mogu se podijeliti u nekoliko skupina: kanabigerol (CBG), (-)-19-tetrahidrokanabinol (19-THC), kanabidiol (CBD), kanabikromen (CBC), kanabinol (CBN), (-)-18-tetrahidrokanabinol (18-THC), kanabiciklol (CBL), kanabinodiol (CBND), kanabielsoin (CBE), kanabitriol (CBT). Malo se zna o farmakološkim aktivnostima mnogih kanabinoida, uključujući CBE, derivate CBD-a, THC-a i CBG-a ili homologe CBD-a, THC-a i CBG-a s različitom duljinom bočnog alkilnog lanca, ali su poznata protuupalna, antioksidacijska i antiepileptička svojstva CBD-a, antikonvulzivna svojstva CBN-a, protuupalno i antikancerogeno djelovanje CBG-a i antibakterijska svojstva CBC-a (16).

Zajednički prekursor svih glavnih kanabinoida je kanabigerolna kiselina (CBGA). U citosolu se CBGA pretvara u kiseli oblik tri glavna kanabinoida, tetrahidrokanabinolnu kiselinu (THCA), koja u kiselom obliku nema psihoaktivnu aktivnost; kanabidiolnu kiselinu (CBDA); i kanabikromensku kiselinu (CBCA). Ovo pretvaranje katalizira oksidociklaza specifična za svaki kanabinoid (THCA-sintaza, CBDA-sintaza i CBCA-sintaza). Kiseli oblik svakog kanabinoida podliježe neenzimskoj dekarboksilaciji u njihov neutralni i aktivni oblik, tj. psihoaktivni THC, CBD (Slika 3.) i CBC koji se nalazi u visokim razinama u mladim biljkama (1).

Sorte *Cannabis sativa* L. koje imaju nedostatak THCA-sintaze koriste se za proizvodnju sjemena (13).



Slika 3. Strukture THC-a, CBD-a i CBN-a, glavnih kanabinoida *Cannabis sativa* L. Izvor: Lachenmeier i Walch (4).

### 2.7.1. Kanabidiol (CBD)

CBD je glavni kanabinoid industrijske konoplje. Dokazano je da ima nekoliko farmakoloških učinaka te se svrstava među najistraženije fitokanabinoide zbog svoje moguće široke terapijske uporabe (16). CBD djeluje neuroprotektivno, analgetski, sedativno, antiepileptički, antiemetički, antikonvulzivno, protuupalno te ima i antioksidacijska svojstva. Može ublažiti neke nuspojave THC-a, kao što su sedacija i tahikardija i umanjiti njegove psihotropne učinke (17).

Iako CBD ima vrlo nizak afinitet prema receptorima CB1 i CB2, može se vezati na njih. Antagonizira sintetske agoniste receptora CB1 i CB2 i može se smatrati negativnim alosteričkim modulatorom tih receptora (15). Alosterička regulacija postiže se modulacijom aktivnosti receptora na funkcionalno različitom mjestu od mjesta vezivanja agonista (THC) ili

antagonista, što je klinički značajno jer se ograničavaju psihomimetički učinci, poput promjena raspoloženja, pamćenja i anksioznosti izazvanih izravnim agonistom THC-om.

## 2.7.2. Tetrahidrokanabinol (THC)

### 2.7.2.1. Farmakokinetika i farmakodinamika

Utvrđeno je da THC djeluje uglavnom kao djelomični agonist receptora CB1, što rezultira inhibicijom adenilat ciklaze i posljedično smanjenjem koncentracije cikličkog adenozin monofosfata (cAMP) (13). THC djeluje na središnji živčani sustav i ima spektar različitih učinaka kao što su opuštanje, halucinacije, anksioznost, pojačana svijest o osjetilima, poremećaj kratkotrajnog pamćenja te distorzija okoline. Fiziološki učinci THC-a uključuju povećan broj otkucaja srca, suhoću usta i grla, povećan apetit i povišeni dijastolički krvni tlak (18).

THC je lipofilan, u velikoj se mjeri veže za proteine (18) i brzo se raspodjeljuje u dobro prokrvljena tkiva (mozak, jetra, slezena, srce, pluća) (8), što dovodi do velikog volumena distribucije i brzog pada koncentracije THC-a u krvi. THC se učestalom konzumacijom nakuplja u masnom tkivu i tamo zadržava dulje vrijeme te polako otpušta u krvotok (19).

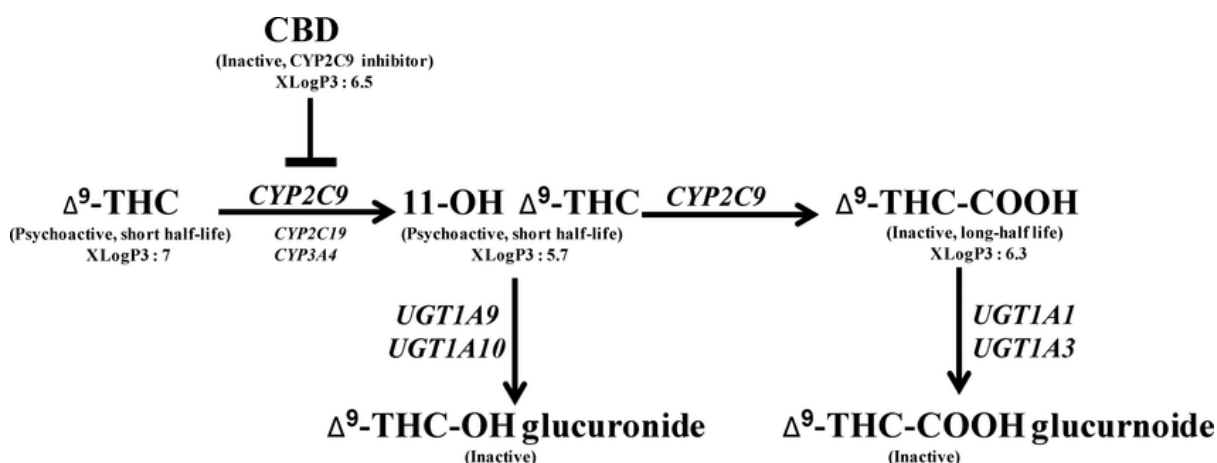
Apsorpcija THC-a puno je sporija kada se uzima oralno u usporedbi s konzumacijom inhalatornim putem (18). Lipofilni nosači, poput ulja konoplje, potiču apsorpciju dekarboksiliranog THC-a. Ako je nosač manje mastan, poput kruha od konoplje ili pića, bioraspoloživost THC-a smanjuje se za 50 % ili više (19). Nakon unosa inhalacijom, THC se detektira u plazmi u roku od nekoliko sekundi, dostižući najveću koncentraciju unutar 3 – 8 minuta (20), dok se oralnim unosom THC u plazmi detektira tek nakon otprilike 2 sata (18).

Bioraspoloživost THC-a inhalacijom je 20 – 30 %, dok ingestijom iznosi samo 6 – 10 % (8). Ova je razlika uzrokovana uglavnom razgradnjom THC-a u kiselom okolišu želuca te metabolizmom prvog prolaska u jetrima (18). THC se primarno metabolizira mikrosomalnom hidroksilacijom i oksidacijom koje kataliziraju enzimi sustava citokrom P450 (8); CYP2C9, CYP2C19, CYP2D6 i CYP3A4. 11-hidroksi- $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol (THC-OH) primarni je

aktivni metabolit, koji se zatim metabolizira u 11-nor-9-karboksi- $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol (THC-COOH), primarni neaktivni metabolit THC-a (21) (Slika 4.).

Literaturni podaci poluvremena eliminacije THC-a iz plazme su u rasponu od 20 do 57 sati za povremene korisnike, a za dugotrajne korisnike u dva istraživanja izmjereno je dulje poluvrijeme eliminacije THC-a iz plazme u rasponu 4,1 – 4,3 dana (7).

U prosjeku, u roku od 5 dana izluči se ukupno 80 – 90 % THC-a, uglavnom u obliku hidroksiliranih i karboksiliranih metabolita. Većina metabolita (oko 80 %) izlučuje se iz organizma fecesom, a polarni spojevi (oko 20 %) izlučuju se putem bubrega urinom. U urinu se nalaze brojni kiseli metaboliti THC-a, od kojih su mnogi konjugirani s glukuronskom kiselinom kako bi se povećala njihova topljivost u vodi. Primarni metabolit u urinu je kiselinski vezan konjugat THC-COOH glukuronid (17).



Slika 4. Shematski prikaz metabolizma  $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinola (THC) u ljudi. CYP: citokrom P450; UGT: uridin difosfat-glukuronosiltransferaza. Izvor: Jamwal i suradnici (21).

Toksičnost THC-a je niska. Testovi za utvrđivanje smrtonosne doze THC-a za majmune bili su neuspješni jer najveća primijenjena doza od 9000 mg/kg tjelesne mase nije rezultirala njihovom smrću (15).

### 2.7.2.2. NOAEL, LOAEL, ADI

Najniža razina pri kojoj je primijećen neželjeni učinak neke tvari predstavlja LOAEL. Za blage promjene psihomotornih funkcija pri oralnoj konzumaciji THC-a, to je razina od 5 mg (za osobu tjelesne mase 70 kg). Budući da učinci tako niskih doza THC-a općenito traju 4 – 6 sati, a najviše do 12 sati, unos tri jednake doze dnevno ne povećava značajno razine THC-a u plazmi u usporedbi s jednom dozom. Stoga, dnevni unos od  $2 * 5 \text{ mg} = 10 \text{ mg}$  THC-a neće imati veće učinke od onih primijećenih pri dozi od 5 mg. Unos 10 mg/dan THC-a hranom predstavlja konzervativnu granicu za LOAEL. NOAEL, odnosno razina pri kojoj nije primijećen neželjeni učinak nakon oralne konzumacije THC-a također iznosi 5 mg/dan jer se psihotropni učinci nakon te doze nisu razlikovali od placebo. Obzirom da dnevna doza od  $2 * 5 = 10 \text{ mg}$  THC-a ne proizvodi kumulativne učinke, unos 10 mg THC-a dnevno hranom predstavlja NOAEL za psihotropne učinke uzrokovane oralno konzumiranim THC-om (15).

Prihvatljiv dnevni unos (ADI) THC-a hranom izračunat je na temelju LOAEL vrijednosti od 10 mg/dan i primjenom složenog faktora sigurnosti 20:

$$\text{ADI} = 10 \text{ mg/dan THC} : 20 = 500 \text{ } \mu\text{g/dan}$$

Odabir sigurnosnog faktora od 20 (10, kako bi se uzele u obzir varijacije u osjetljivosti među pojedincima; 2, za ekstrapolaciju iz LOAEL-a na NOAEL) pruža dovoljnu sigurnost od neželjenih učinaka (15).

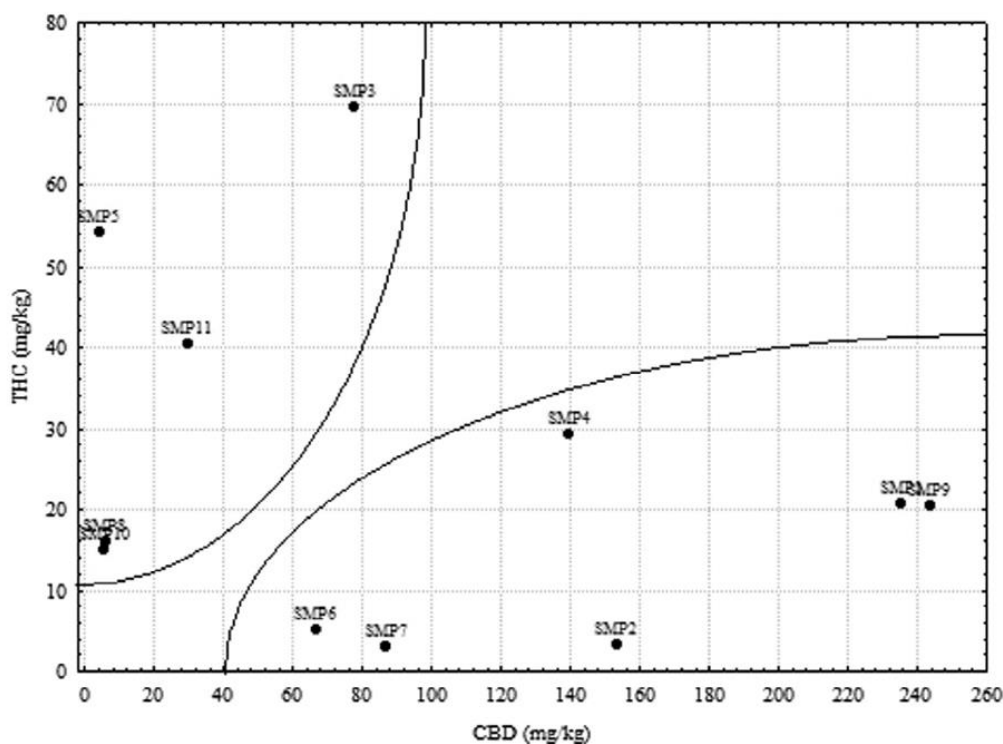
## 2.8. ANALITIČKE TEHNIKE ZA ODREĐIVANJE SADRŽAJA KANABINOIDA U ULJU SJEMENKI KONOPLJE

Na sadržaj kanabinoida u ulju sjemenki konoplje utječe sorta biljke, podrijetlo proizvoda i koraci prerade i ekstrakcije.

Kvalitativna i kvantitativna analiza kanabinoida može se provesti pomoću nekoliko tehnika, no najčešće se koriste plinska kromatografija uz plameno-ionizacijsku detekciju (GC-FID) ili spektrometriju masa (GC-MS) te visokodjelotvorna tekućinska kromatografija uz UV (HPLC-UV) ili spektrometriju masa (HPLC-MS) (13).

Tehnikama GC-a uz različite detektore, THC i njegov prekursor THCA određuju se zajedno kao ukupni THC i nije ih moguće zasebno kvantificirati jer je temperatura injektora veća od 150 °C te se THCA dekarboksilira. Stoga je prednost tehnike HPLC uz različite detektore što može odvojeno analizirati sadržaj THC-a i THCA (8).

U istraživanju koje je provedeno u Hrvatskoj, uporabom GC-MS-a određen je udio glavnih kanabinoida (THC, CBD i CBN) u ulju sjemenki konoplje dostupnih na hrvatskom tržištu, isključujući internetsku prodaju. Od listopada 2012. do siječnja 2013. prikupljeno je jedanaest uzoraka u trgovinama prirodne hrane ili direktno od proizvođača. Svi uzorci sadržavali su sva tri analizirana kanabinoida iznad granice kvantifikacije. Utvrđena je velika varijabilnost u sadržaju kanabinoida. Sadržaj THC-a bio je u rasponu od 3,04 do 69,50 mg/kg, sadržaj prevladavajućeg kanabinoida CBD-a u rasponu 4,18 – 243,68 mg/kg te sadržaj CBN-a, koji je proizvod razgradnje THC-a, u rasponu 1,85 – 8,44 mg/kg. Značajne razlike između ulja uočene su u omjeru kanabinoida [(THC + CBN)/CBD] koji, ukoliko mu je vrijednost  $\geq 1$  upućuje da je ulje dobiveno iz sjemenki indijske, a ne industrijske konoplje (6) (Slika 5.).



**Slika 5.** Povezanost između koncentracija THC-a i CBD-a u uljima sjemenki konoplje s hrvatskog tržišta. Izvor: Petrović i suradnici (6).



Rezultati su pokazali da je samo 6 od 11 analiziranih uzoraka ulja, koja su tada bila na hrvatskom tržištu, proizvedeno isključivo od sjemenka konoplje industrijskog tipa. Također, rezultati istraživanja su pokazali da je njemačka granica od 5 mg THC-a po kilogramu ulja prestroga jer su samo 2 uzorka ulja zadovoljila taj kriterij (6).

U Hrvatskoj nije postavljena službena granica za sadržaj THC-a u prehrambenim proizvodima, a u znanstvenom mišljenju o utjecaju na zdravlje različitih vrsta hrane od sjemenki i koja sadrži sjemenke industrijske konoplje predloženo je da se kao granica za sadržaj THC-a u hladno prešanim uljima sjemenki industrijske konoplje postavi 20 mg/kg, a za sjemenke konoplje te ostalu hranu od sjemenki i koja sadrži sjemenke konoplje 2 mg/kg (8).

U istraživanju u kojem su korištene tehnike HPLC-UV i HPLC-MS identificirani su i kvantificirani glavni kanabinoidi, CBDA, THCA, CBD, THC, CBG, CBN i kanabidivarin (CBDV) u trinaest komercijalno dostupnih ulja sjemenki konoplje dobivenih hladnim prešanjem u Italiji. Dobiveni podaci su ukazali na to da 6 uzoraka ulja sadrži malu količinu CBD-a, što znači da je sadržaj ukupnog CBD-a (uzimajući u izračun i CBDA) niži od 5 mg/kg. Također, ova ulja, s izuzetkom jednog koje je bilo siromašno kanabinoidima, sadržavala su između 5 i 10 mg/kg ukupnog THC-a (uzimajući u izračun i THCA). Ove su vrijednosti premašile njemačke granice THC-a u ulju sjemenki konoplje, ali samo ako se granica odnosi na zbroj THC-a i THCA-a. Navedeni uzorci ulja nisu sadržavali visoku koncentraciju psihoaktivnog THC-a ( $< 2$  mg/kg), već su imali visok sadržaj THCA, koja nije psihoaktivna ako se ulje konzumira bez zagrijavanja jer onda nema pretvorbe THCA u THC. Omjer CBDA/CBD, koji se može smatrati pokazateljem hladnog prešanja ulja i dobrih uvjeta skladištenja, u većini ulja je imao nisku vrijednost, u prosjeku 3,7:1. Nasuprot tome, 3 uzorka pokazala su vrlo visok omjer CBDA/CBD, u prosjeku 14:1. Ovi su rezultati pokazali da postoji povezanost između omjera CBDA/CBD i starosti ulja, ali potrebna su daljnja istraživanja kako bi to potvrdilo (13).

Kako bi se procijenila stabilnost kanabinoidnih kiselina u ulju sjemenki konoplje, dio istraživanja bio je usmjeren na procjenu utjecaja temperature na brzinu dekarboksilacije. S obzirom na vrlo nisku količinu THCA i drugih kanabinoidnih kiselina u ulju sjemenki konoplje, istraživanje je usmjereno na najdominantniju u ovoj skupini spojeva, CBDA. Rezultati su pokazali da je pri pohrani ulja sjemenki konoplje u hladnjaku pri 5 °C najmanja

brzina dekarboksilacije, a vrijeme poluraspada iznosi 587 dana (oko 20 mjeseci) pa je to svakako preporučeni način skladištenja (13).

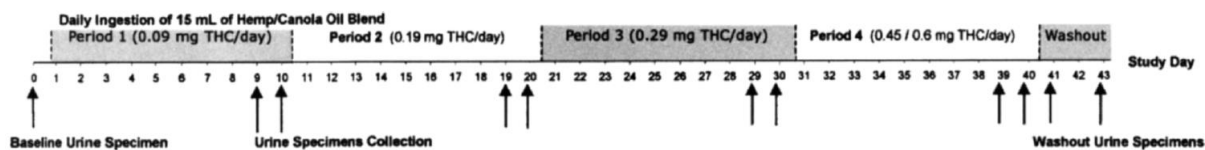
## **2.9. ANALIZA THC-a U BIOLOŠKIH UZORCIMA**

Sve većom potrošnjom proizvoda od sjemenki konoplje, važno je utvrditi sadrže li biološki uzorci potrošača kanabinoide u mjerljivim koncentracijama koje bi se greškom mogli pripisati zlouporabi kanabisa. Pozitivan rezultat testova bioloških uzoraka na kanabinoide tumači se kao dokaz za prethodnu konzumaciju kanabisa u obliku hašiša ili marihuane. Pogrešno tumačenje rezultata testova može imati ozbiljne posljedice. S druge strane, mogući su pokušaji opravdavanja zlouporabe kanabisa tvrdnjom da je pozitivan test uzrokovan konzumacijom hrane od konoplje (4). Pozitivan test urina ukazuje samo na to da je došlo do izlaganja kanabinoidima, a rezultat ne daje informacije o putu primjene, konzumiranoj količini i vremenu unosa kanabinoida (17).

Većina programa za testiranje na prisutnost psihoaktivnih tvari u urinu koristi imunoenzimske tehnike kod kojih koncentracija THC-COOH, iznad koje se rezultat smatra pozitivnim, iznosi 50 ng/mL. Tim testovima obavlja se probir, a zatim se vjerojatno pozitivni uzorci potvrđuju instrumentnom tehnikom poput GC-MS-a koja osigurava nedvojbenu potvrdu prisutnosti metabolita psihoaktivne tvari u urinu. Granična koncentracija iznad koje se rezultat analize u urinu smatra pozitivnim u potvrđnim tehnikama je 15 ili 20 ng/mL (9).

Prva istraživanja (1996. – 1997.) nakon pojave prehrambenih proizvoda od konoplje koji su sadržavali značajno veće razine THC-a nego danas, opisale su pozitivne rezultate toksikoloških testova na hašiš i marihuanu nakon konzumiranja ulja i drugih namirnica od konoplje. Na primjer, nekoliko sati nakon oralne primjene 40 – 90 mL ulja konoplje koje je sadržavalo 151 mg THC-a u litri ulja, u urinu se detektirao THC-COOH i do 80 sati nakon unosa. Koncentracije THC-a u serumu do 6 µg/L određene su nakon unosa 40 mL ulja konoplje (4).

Postupnim smanjenjem THC-a u hrani od konoplje moglo se primijetiti i smanjenje koncentracije njegovih metabolita u urinu potrošača. U istraživanju iz 2001. godine koje je proučavalo proizvode s maksimalnim udjelom THC-a 5 mg/kg sudjelovalo je petnaest odraslih osoba koje prethodno nisu konzumirale THC. Tijekom četiri uzastopna razdoblja od 10 dana, unosili su dnevne doze THC-a u rasponu 0,09 – 0,6 mg (7) (Slika 6.).



**Slika 6.** Tijek istraživanja. Izvor: Leson i suradnici (7).

Ispitanici su unosili THC u alikvotima četiri različite mješavine ulje konoplje i uljane repice (5 mL za dozu THC-a od 0,09 mg, 15 mL za doze THC-a od 0,19 mg, 0,29 mg, 0,45 mg i 20 mL za dozu od 0,6 mg THC-a). Uzorci urina uzeti su prije prvog unosa ulja, 9. i 10. dan svakog od četiri razdoblja ispitivanja, te 1. i 3. dana nakon posljednjeg unosa. Koncentracija THC-a analizirana je u svim uzorcima radioimunoesejem te su rezultati potvrđeni tehnikom GC-MS. Najviša izmjerena razina THC-COOH bila je 5,2 µg/L, znatno ispod granične vrijednosti potvrde od 15 µg/L. Unos THC-a od 0,6 mg/dan ekvivalentan je potrošnji približno 125 mL ulja konoplje koje sadrži 5 mg/kg THC-a ili 300 g oljuštenog sjemena koje sadrži 2 mg/kg THC-a (7).

U istraživanju provedenom 2019. godine sudjelovalo je 32 ispitanika koji su konzumirali prehrambene proizvode od sjemenki konoplje tijekom 12 tjedana te su davali uzorke urina jednom tjedno. Tijekom kratkotrajne (1 tjedan) i dugotrajne (12 tjedana) konzumacije provedeno je probirno i potvrdno testiranje. Sudionici su bili podijeljeni u tri testne i dvije kontrolne skupine. Sadržaj THC-a u 50 analiziranih proizvoda od sjemenki konoplje bio je u rasponu 0 – 6 mg/kg. Svaka je skupina konzumirala jedan odabrani proizvod iz spektra onih s višom koncentracijom THC-a (22).

S obzirom na to da su u ovom istraživanju korišteni uzorci urina potrošača proizvoda od konoplje, potvrdna ispitivanja provedena su na uzorcima s COBAS rezultatom >10 ng/mL. GC-MS metodom analizirane su koncentracije triju komponenata: CBN-a, CBD-a, THC-COOH. Kanabinoidi nisu otkriveni ni u jednom uzorku, što znači da su svi uzorci urina bili negativni na kanabinoide. Sudionici su tijekom 12 tjedana konzumirali malo veću količinu (30 g) proizvoda od uobičajene (15-20 g), stoga se smatra da se kanabinoidi neće otkriti u urinu potrošača proizvoda od konoplje koji se pridržavaju preporučenih količina konzumacije. (22)

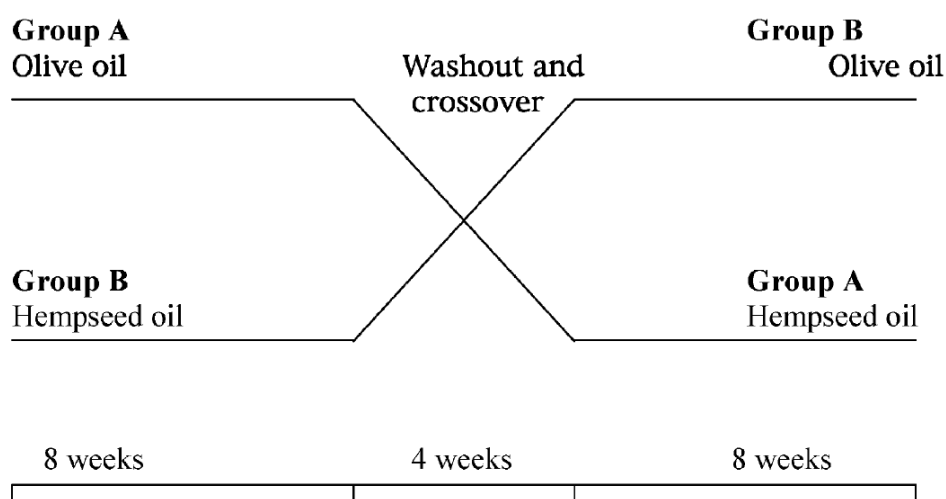
Samo konzumacija prehrambenih proizvoda od konoplje s visokim sadržajem THC-a, kojih više ne bi trebalo biti na tržištu, može dati pozitivne rezultate analize bioloških uzoraka na THC (4).

## 2.10. KLINIČKA ISTRAŽIVANJA UČINAKA ULJA SJEMENKI KONOPLJE

Istraživanja su pokazala da ulje sjemenki konoplje ima sposobnost upijanja UV zraka (SPF 6), visok sadržaj vitamina E (100 mg/100 g) (2) te poželjan omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 PUFA, što može poboljšati kardiovaskularno zdravlje i ublažiti dermatološka stanja (15).

Visok sadržaj esencijalnih masnih kiselina (EFA) u ulju sjemenki konoplje objašnjava njegovu uporabu u proizvodima za njegu tijela budući da EFA-e popravljaju oštećenja kože, potiču zacjeljivanje rana i opekline te djeluju antibakterijski (16,20).

Zdravstveni učinci ulja sjemenki konoplje i maslinovog ulja uspoređeni su u 20-tjednom randomiziranom istraživanju u kojem je 20 pacijenata (BMI <30 kg/m<sup>2</sup>; dob: 25 – 60 godina) s dijagnozom atopijskog dermatitisa nasumično podijeljeno u dvije skupine. Svi su oralno konzumirali 30 mL maslinovog ulja ili ulja sjemenki konoplje dnevno tijekom 4 tjedna te se zatim zamijenili (23) (Slika 7.).



Slika 7. Tijek istraživanja. Izvor: Callaway i suradnici (22).

Relativno kratko razdoblje konzumiranja ulja sjemenki konoplje značajno je poboljšalo kvalitetu kože i atopijsku simptomatologiju pacijenata bez ikakvih negativnih učinaka ili nuspojava. Značajno su se povećale razine LA, LNA i GLA u plazmi, a smanjio se transepidermalni gubitak vode i suhoća kože, svrbež i učestalost uporabe lijekova za dermalnu primjenu, dok isti učinci nisu zabilježeni kod maslinovog ulja (23).

Nekoliko istraživanja ispitalo je učinak ulja sjemenki konoplje na lipidni profil čovjeka. U istraživanju u trajanju od 12 tjedana provedenom na 86 zdravih sudionika, male količine ulja konoplje (2 g/dan) nisu imale učinak na razine ukupnog kolesterola, kolesterola visoke i niske gustoće, triglicerida u plazmi ili na agregaciju trombocita i razine cirkulirajućih markera upale (24). Ti su rezultati potvrđeni u drugom ispitivanju koje je obuhvatilo 36 djece i adolescenata s primarnom hiperlipidemijom. Nisu pokazali poboljšanje u lipidnom profilu nakon konzumiranja 3 g ulja sjemenki konoplje dnevno tijekom 8 tjedana (25).

U 12-tjednom istraživanju koje je obuhvatilo 14 osoba koje su konzumirale veću količinu ulja sjemenki konoplje (30 mL/dan) u odnosu na osobe u prethodnim istraživanjima, primijećen je poboljšani omjer ukupnog kolesterola i lipoproteina visoke gustoće uspoređujući s osobama koje su konzumirale laneno ulje (26).

Uočeni su potencijalni povoljni učinci ulja sjemenki konoplje na ublažavanje upalnog procesa kod artritisa (27) i autoimunog encefalitisa (28), ali još nisu provedena istraživanja koja uključuju ljude.

### **3. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Dolaskom na tržište ulja ekstrahiranih iz različitih sorti i različitih dijelova konoplje, pojavljuje se problem razlikovanja tih ulja i pogrešne informiranosti kupaca o proizvodima. Tome također pridonosi agresivni marketing i manjak zakonske regulacije proizvoda od konoplje na tržištu. Stoga je glavni cilj istraživanja ispitati informiranost studenata hrvatskih sveučilišta o ulju sjemenki konoplje, odnosno ispitati koliko su upoznati s njegovim nutritivnim i bioaktivnim svojstvima te rizicima konzumacije zbog eventualno prisutnog THC-a.

Hipoteze koje su se provjeravale istraživačkim postupkom su:

1. Unatoč pozitivnim zdravstvenim učincima ulja sjemenki konoplje, konzumacija ovog ulja u studentskoj populaciji slabo je zastupljena.
2. Studenti biomedicine i zdravstva, biotehničkih i prirodnih znanosti bolje su informirani o nutritivnim i povoljnim zdravstvenim učincima ulja sjemenki konoplje od studenata ostalih područja studiranja.
3. Studentska populacija nije u dovoljnoj mjeri upoznata s rizicima povezanim s konzumacijom ulja sjemenki konoplje.

## **4. ISPITANICI I METODE**

### *4.1. Ispitanici*

U istraživanju je sudjelovalo 100 studenata hrvatskih sveučilišta, s prebivalištem u svim županijama Republike Hrvatske, prosječne starosti 24 godine (19 – 33). Uključeni su studenti obaju spolova, različitih područja studiranja (biomedicina i zdravstvo, biotehničke znanosti, društvene znanosti, humanističke znanosti, tehničke znanosti, prirodne znanosti, umjetničko područje) i svih razina studija (preddiplomski, diplomski, poslijediplomski studij).

### *4.2. Anketni upitnik*

Ispitanici su ispunili anketni upitnik koji je sadržavao 25 pitanja o poznavanju i konzumiranju ulja sjemenki konoplje te se sastojao od 3 dijela: općih pitanja o ispitanicima (dob, spol, prebivalište, studij), pitanja o konzumiranju ulja sjemenki konoplje i pitanja o poznavanju nutritivnih i bioaktivnih svojstava ulja sjemenki konoplje.

Na opća (sociodemografska) pitanja (N = 5) i informativna pitanja o ulju sjemenki konoplje (N = 11) odgovarali su svi ispitanici, na pitanja o konzumaciji ulja (N = 8) odgovarali su samo konzumenti, a na pitanje o razlogu nekonzumacije ulja (N = 1) odgovarali su samo ispitanici koji ne upotrebljavaju ulje u prehrani.

Ispitanici su anketu ispunjavali anonimno i dobrovoljno te su mogli odustati od sudjelovanja u istraživanju u bilo kojem trenutku. Prethodno su informirani da se anketa provodi u akademske svrhe i da je dio diplomskog rada te su dali suglasnost za sudjelovanje.

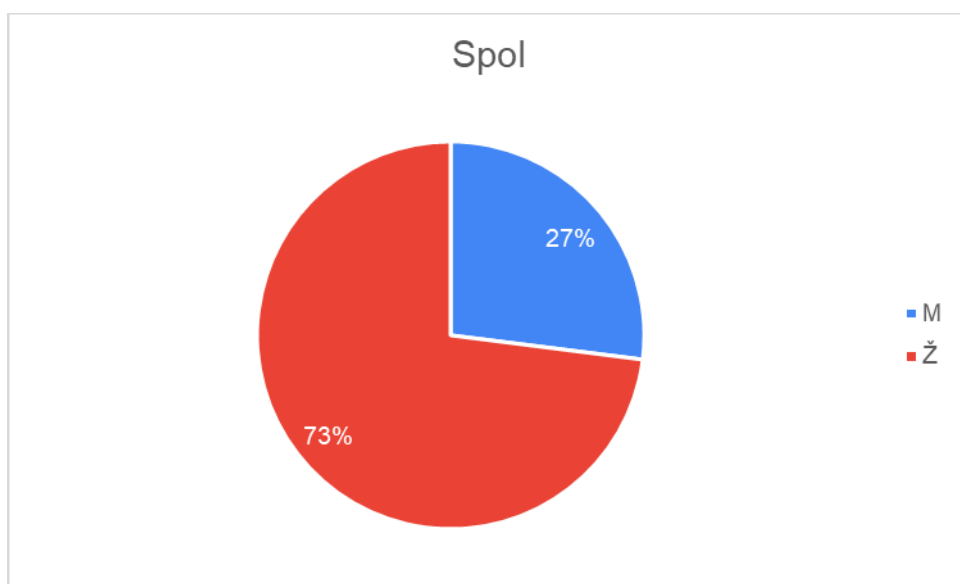
Predloženo istraživanje je u potpunosti u skladu s etičkim standardima propisanim za istraživanja u medicini i zdravstvu i predstavljalo je nizak rizik za ispitanike.

#### 4.3. Statistička obrada podataka

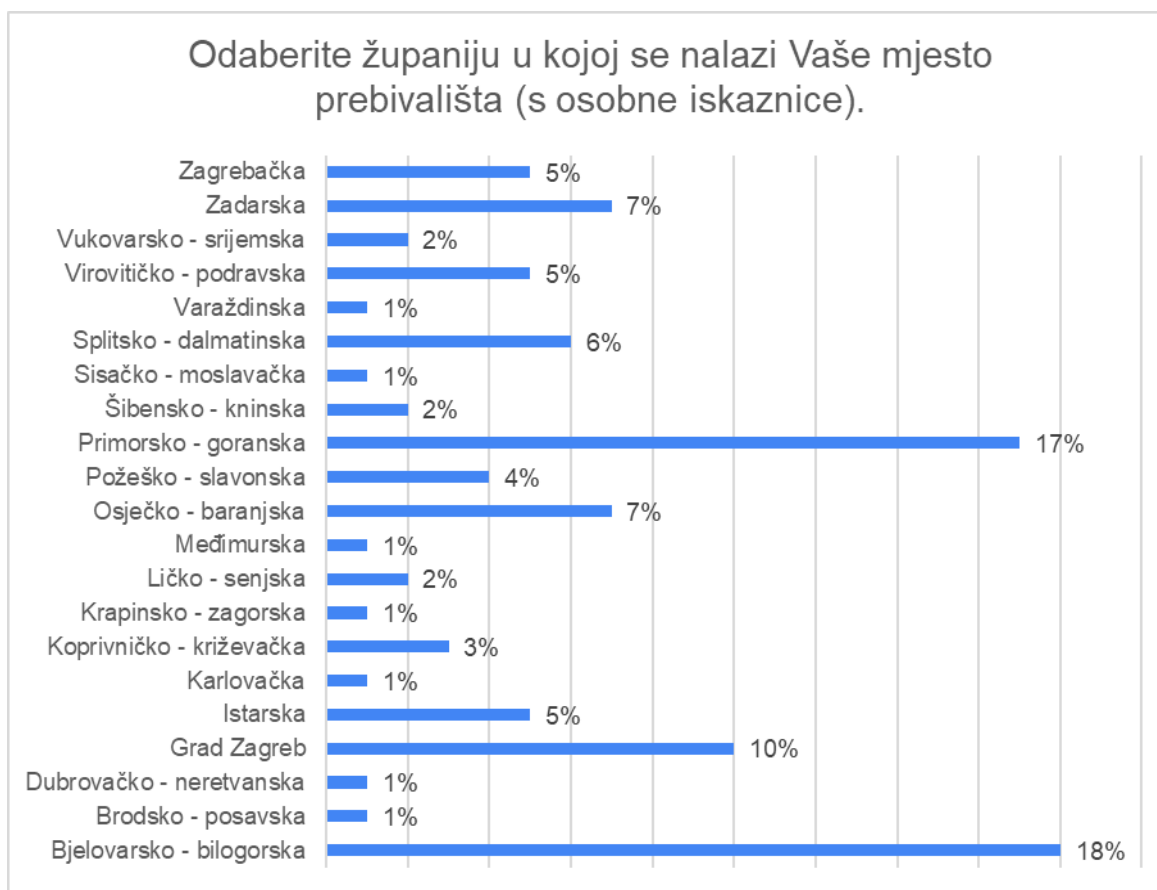
Svi prikupljeni podaci su analizirani u programu Microsoft Excel 2016. i obrađeni deskriptivnom analizom. Rezultati su prikazani na grafikonima.

### 5. REZULTATI

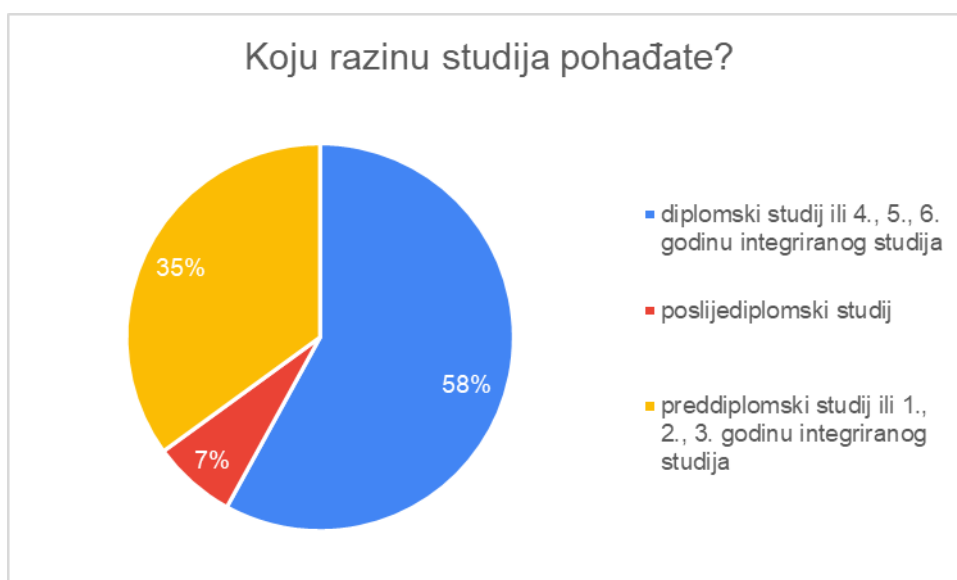
U istraživanju je sudjelovalo 100 ispitanika od kojih su 73 % bile žene (Slika 8.). Uključeni su ispitanici s prebivalištem u svim županijama Republike Hrvatske, a najviše ih je bilo iz Bjelovarsko-bilogorske (18 %) i Primorsko-goranske županije (17 %) (Slika 9.). Preddiplomski studij pohađalo je 35 % ispitanika, diplomski studij 58 % ispitanika, a poslijediplomski studij 7 % ispitanika (Slika 10.). Najviše su bili zastupljeni studenti društvenih (27 %) i humanističkih znanosti (21 %), a najmanje studenti umjetničkog područja (3 %) (Slika 11.).



**Slika 8.** Raspodjela ispitanika (N = 100) prema spolu.

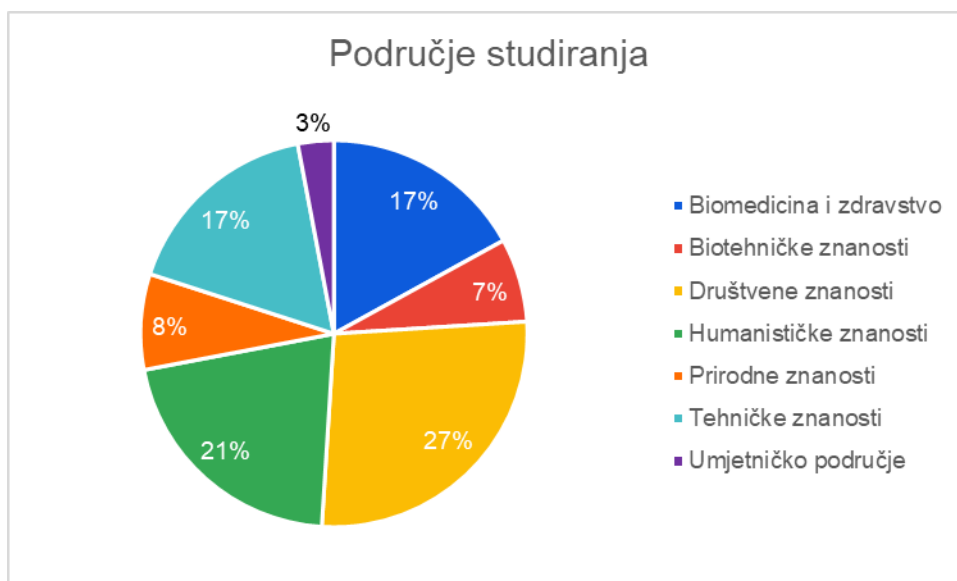


**Slika 9.** Raspodjela ispitanika (N = 100) prema mjestu prebivališta.



**Slika 10.** Raspodjela ispitanika (N = 100) prema razini studija.





**Slika 11.** Raspodjela ispitanika (N = 100) prema području studiranja.

Većina ispitanika (84 %) nije konzumirala ulje sjemenki konoplje (Slika 12.), a drugačija učestalost konzumacije nije primijećena s obzirom na spol, područje ili razinu studija.



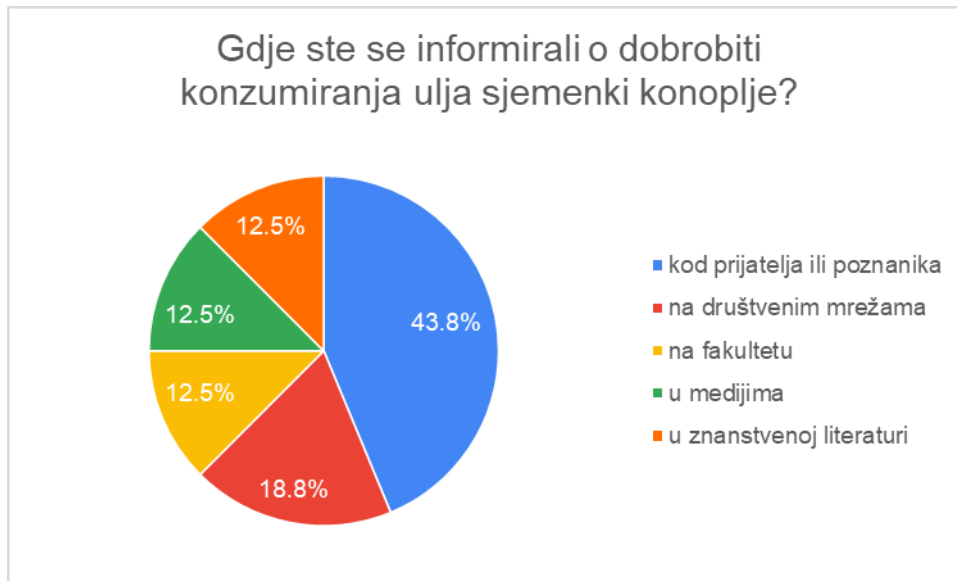
**Slika 12.** Navike ispitanika (N = 100) s obzirom na konzumiranje ulja sjemenki konoplje.

Ovim pitanjem ispitanici su podijeljeni u dvije skupine te su, ovisno o odgovoru, imali drugačiji set pitanja. Ispitanici koji su konzumirali ulje odgovorili su na detaljnija pitanja o konzumaciji (N = 7), a oni koji ga nisu konzumirali, naveli su ili označili svoj razlog.

Nitko od konzumenata ulja nije dao precizan odgovor na pitanje koje ulje konzumira (pitanje broj 11), stoga ono nije uključeno u analizu.

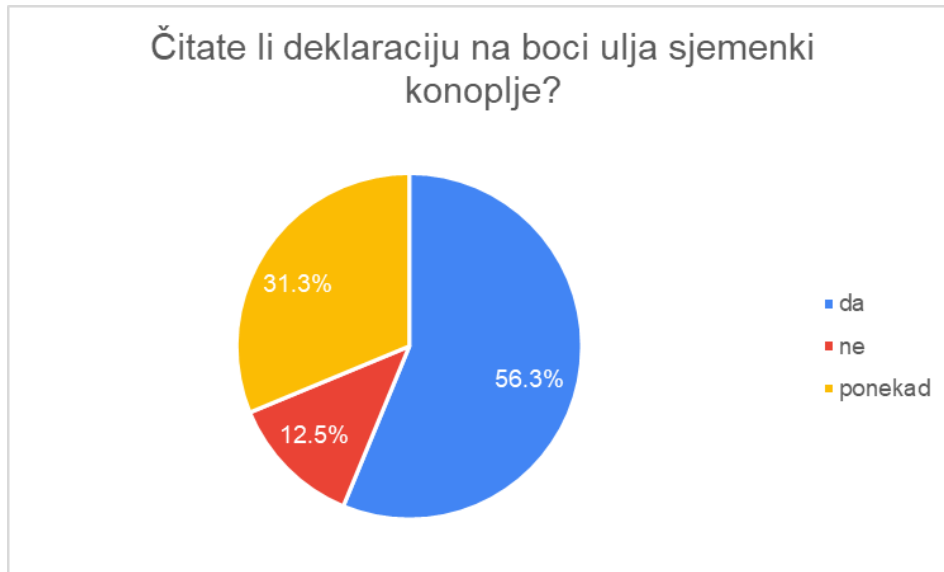
Sljedećih nekoliko pitanja odnosilo se na 16 % ispitanika koji su konzumirali ulje sjemenki konoplje (ispitanici-konzumenti).

Ispitanici-konzumenti su se najviše (43,8 %) informirali o ulju kod svojih prijatelja ili poznanika, a podjednako iz ostalih ponuđenih izvora (Slika 13.).



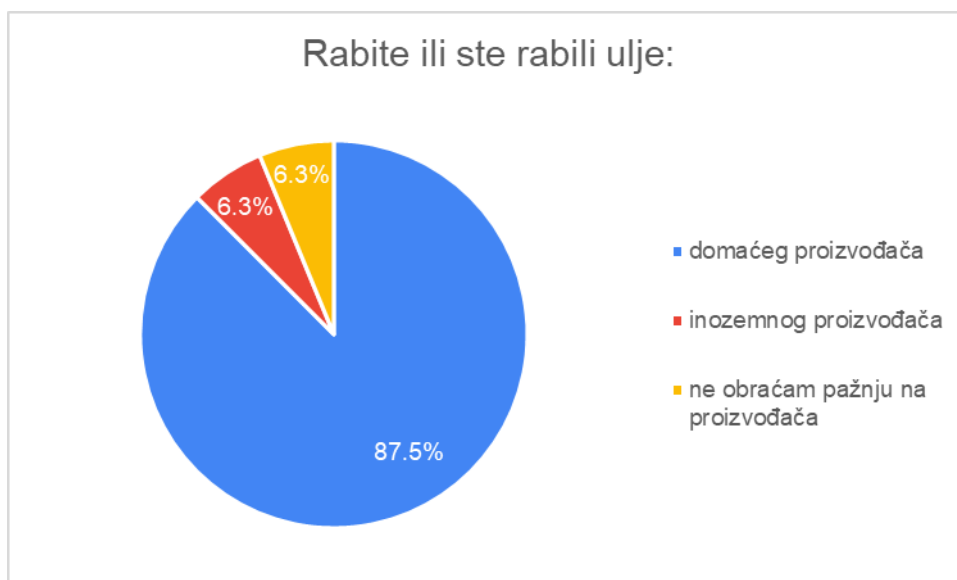
**Slika 13.** Načini informiranja ispitanika-konzumenata (N = 16) o dobrobiti konzumiranja ulja sjemenki konoplje.

Više od 50 % ispitanika-konzumenata odgovorilo je da uvijek ili ponekad čita deklaraciju na ambalaži (Slika 14.)



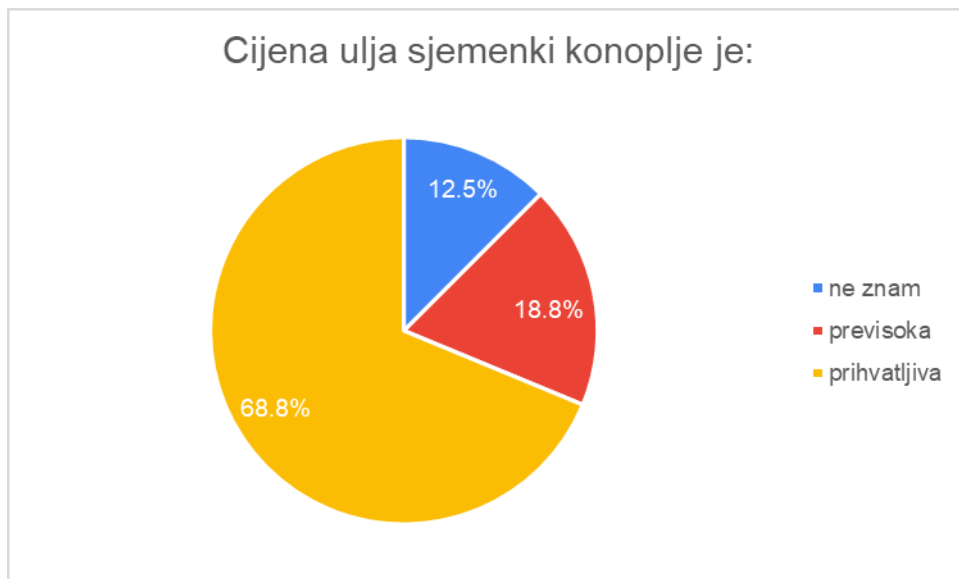
**Slika 14.** Informiranje ispitanika-konzumenata (N = 16) o sastavu ulja sjemenki konoplje.

Većina ispitanika-konzumenata (87,5 %) konzumirala je ulje domaćeg proizvođača (Slika 15.), a jednaki udio ispitanika-konzumenata (6,3 %) konzumiralo je ulje inozemnog proizvođača ili nije obraćalo pažnju na proizvođača.

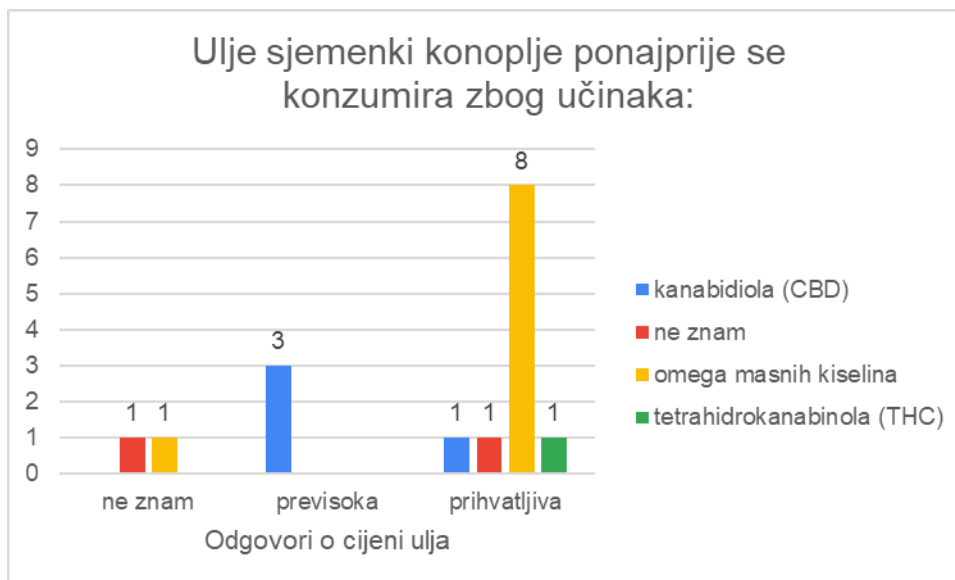


**Slika 15.** Odgovori ispitanika-konzumenata (N = 16) o uporabi ulja sjemenki konoplje s obzirom na proizvođača.

Najviše je ispitanika-konzumenata (68,8 %) cijenu ulja sjemenki konoplje smatralo prihvatljivom (Slika 16.), a svi ispitanici-konzumenti koji su odgovorili da je cijena previsoka, označili su i da se ulje ponajprije konzumira zbog učinaka CBD-a (Slika 17.).

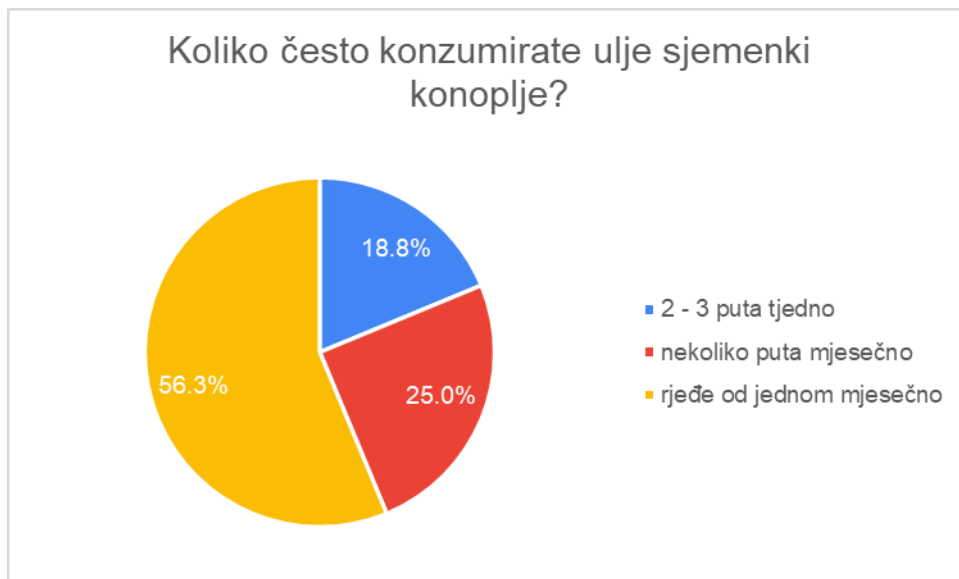


**Slika 16.** Stav ispitanika-konzumenata (N = 16) o cijeni ulja sjemenki konoplje.



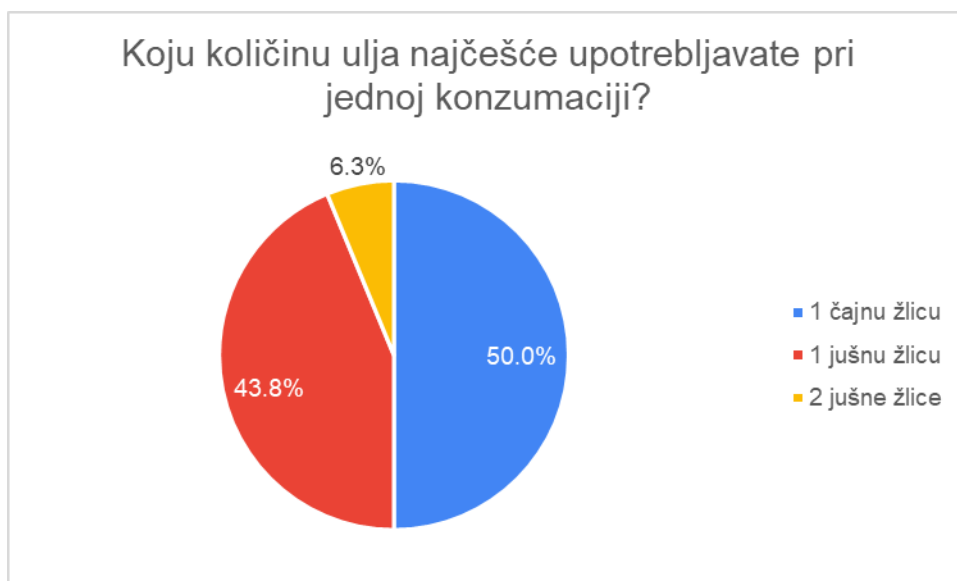
**Slika 17.** Povezanost mišljenja ispitanika-konzumenata (N = 16) o cijeni i o sastavu ulja sjemenki konoplje.

Više od polovice ispitanika-konzumenata (56.3 %) konzumiralo je ulje rjeđe od jednom mjesečno (Slika 18.), a samo 18,3 % ispitanika-konzumenata konzumiralo je ulje na tjednoj bazi.

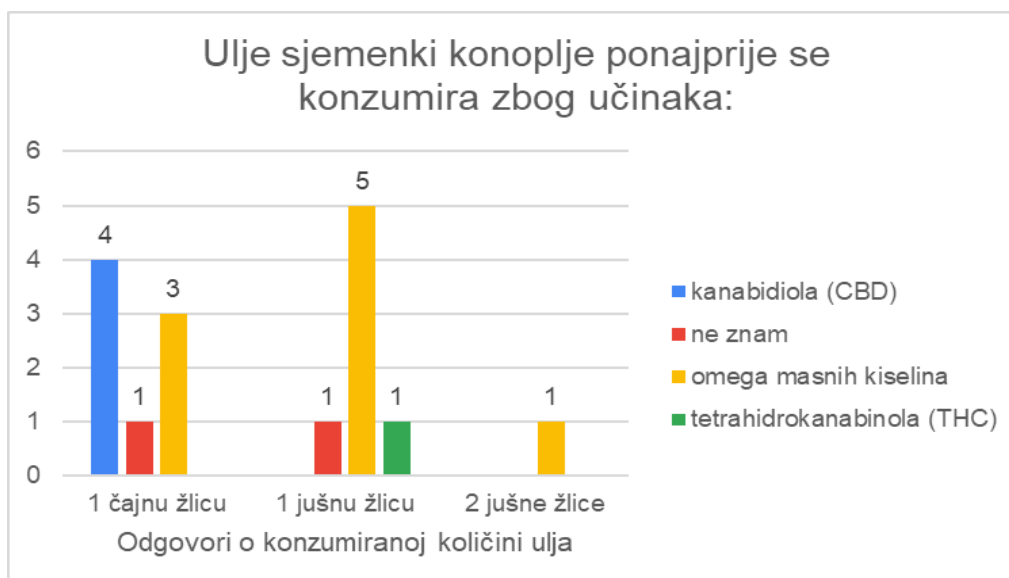


**Slika 18.** Učestalost konzumacije ulja među ispitanicima-konzumentima (N = 16).

Na Slici 19. vidljivo je da je najveći broj ispitanika-konzumenata (oko 50 %) najčešće konzumirao 1 čajnu žlicu ili 1 jušnu žlicu ulja sjemenki konoplje. No, polovica ispitanika-konzumenata koji su odgovorili da konzumiraju 1 čajnu žlicu, označilo je i da se ulje konzumira zbog učinaka CBD-a (Slika 20.) te se pretpostavlja da su mislili na CBD ulje koje se obično konzumira na kapaljku, a u ovom slučaju čajna žlica je bila najmanja ponuđena količina. Ako se to uzme u obzir, većina ispitanika-konzumenata najčešće je konzumirala 1 jušnu žlicu ulja.

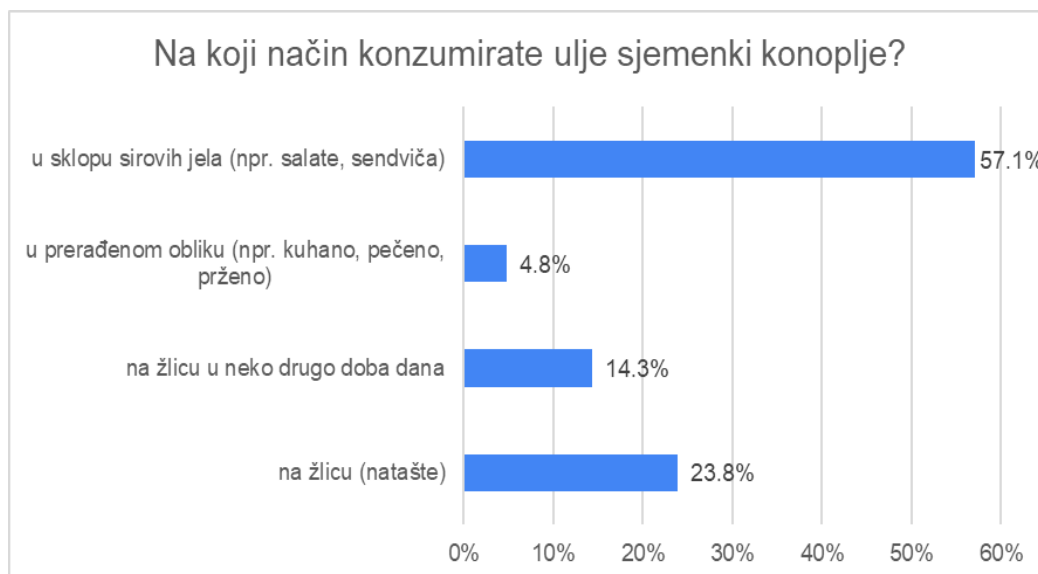


**Slika 19.** Količina ulja koju konzumiraju ispitanici-konzumenti (N = 16).



**Slika 20.** Povezanost mišljenja ispitanika-konzumenata (N = 16) o količini ulja koju konzumiraju i o sastavu ulja sjemenki konoplje.

Gotovo svi ispitanici-konzumenti konzumirali su ulje sjemenki konoplje u neprerađenom obliku, najčešće u sklopu sirovih jela (57,1 %) (Slika 21.).



**Slika 21.** Način konzumacije ulja u ispitanika-konzumenata (N = 16).

Ispitanici koji nisu konzumirali ulje sjemenki konoplje kao najčešći razlog navode to da im je ulje nepoznato (49,5 %). Drugi razlog, koji je odabiran malo češće od ostalih ponuđenih odgovora, je taj što ne znaju kakav će učinak imati (18,9 %). Dio ispitanika (9,0 %) je nadopisalo vlastiti, u suštini isti odgovor „nije mi potrebno“ pa je uvršten u grafički prikaz (Slika 22.).



**Slika 22.** Razlozi nekonzumacije ulja sjemenki konoplje među ispitanicima (N = 84).

Sljedeća pitanja odnosila su se na informiranost studenata o ulju sjemenki konoplje i na njih su odgovarali svi ispitanici.

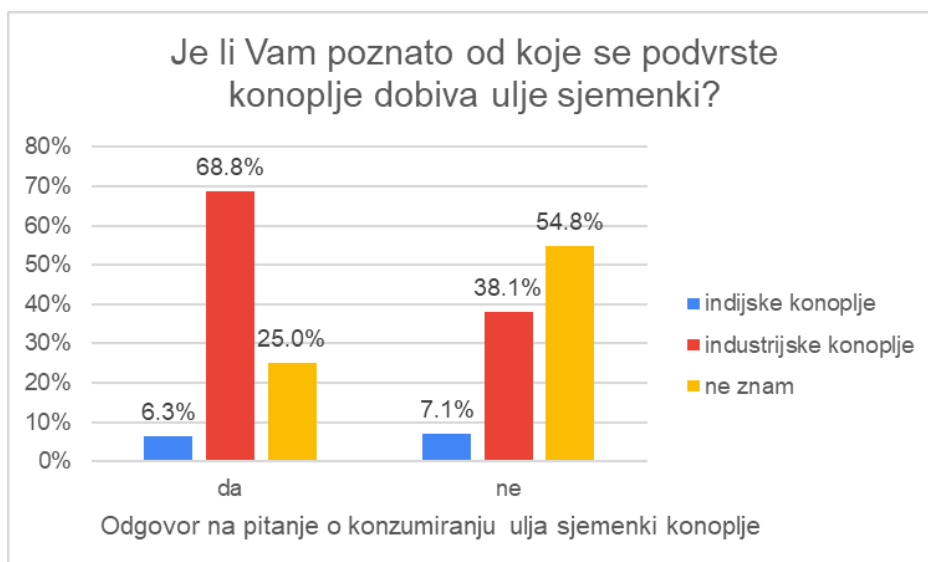
Polovica svih ispitanika nije znala od koje se podvrste konoplje dobiva ulje, a ostali (43 %) su uglavnom odgovorili da se radi o industrijskoj konoplji (Slika 23.). Na ovo pitanje su ispitanici koji konzumiraju ulje dali 30 % više točnih odgovora od onih koji ga ne konzumiraju (Slika 24.).



**Slika 23.** Informiranost svih ispitanika (N = 100) o podvrsti konoplje iz koje se dobiva ulje sjemenki.

Točan odgovor: industrijska konoplja





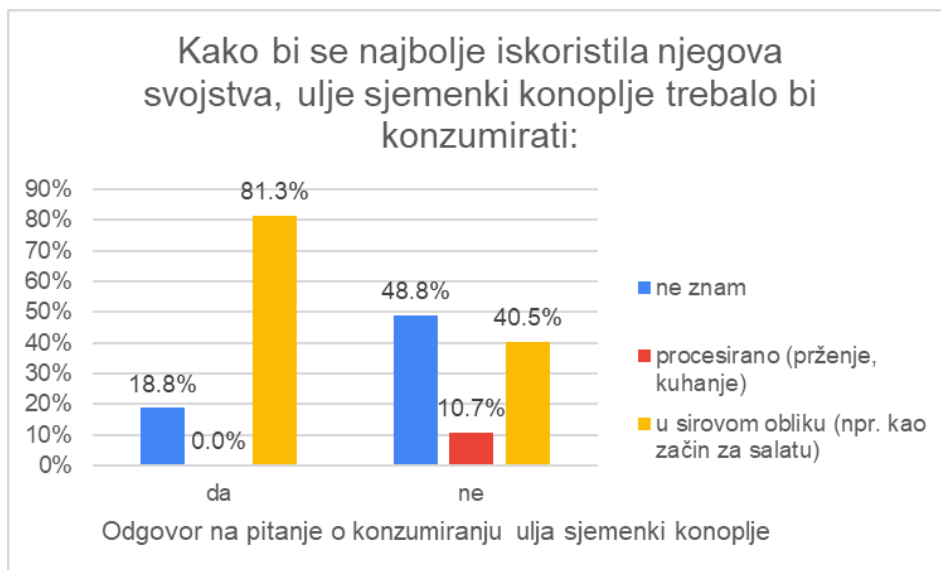
**Slika 24.** Povezanost konzumacije ulja i informiranosti svih ispitanika (N = 100) o podvrsti konoplje iz koje se dobiva ulje sjemenki.

Odgovori na pitanje o najprikladnijem obliku konzumacije ulja sjemenki konoplje podjednako su se rasporedili između „ne znam“ i „u sirovom obliku“ (Slika 25.). Ispitanici koji konzumiraju ulje su dali 40 % više točnih odgovora od onih koji ga ne konzumiraju (Slika 26.).



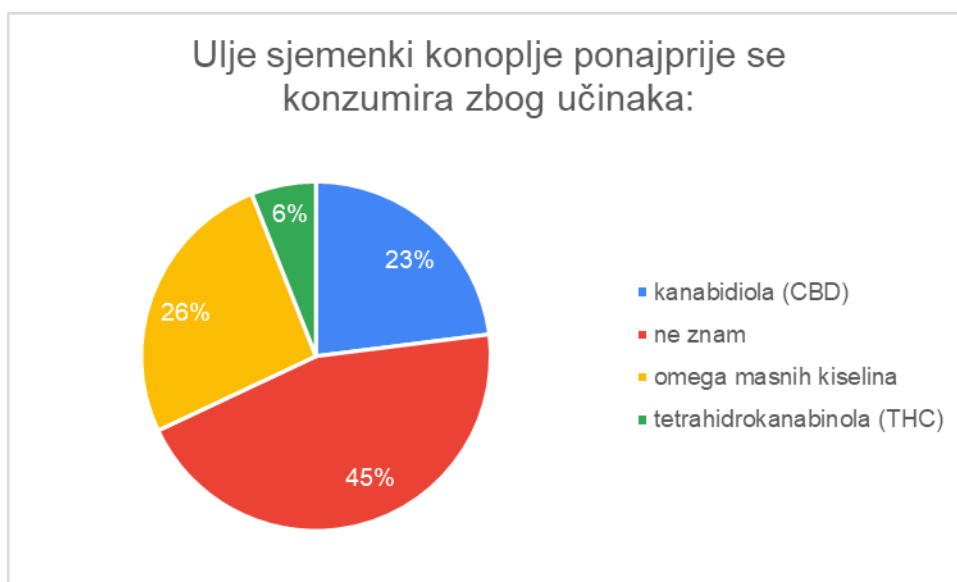
**Slika 25.** Informiranost svih ispitanika (N = 100) o najprikladnijem obliku konzumacije ulja sjemenki konoplje.

Točan odgovor: u sirovom obliku (npr. kao začin za salatu)



**Slika 26.** Povezanost konzumacije ulja i informiranosti svih ispitanika (N = 100) o najprikladnijem obliku konzumacije ulja sjemenki konoplje.

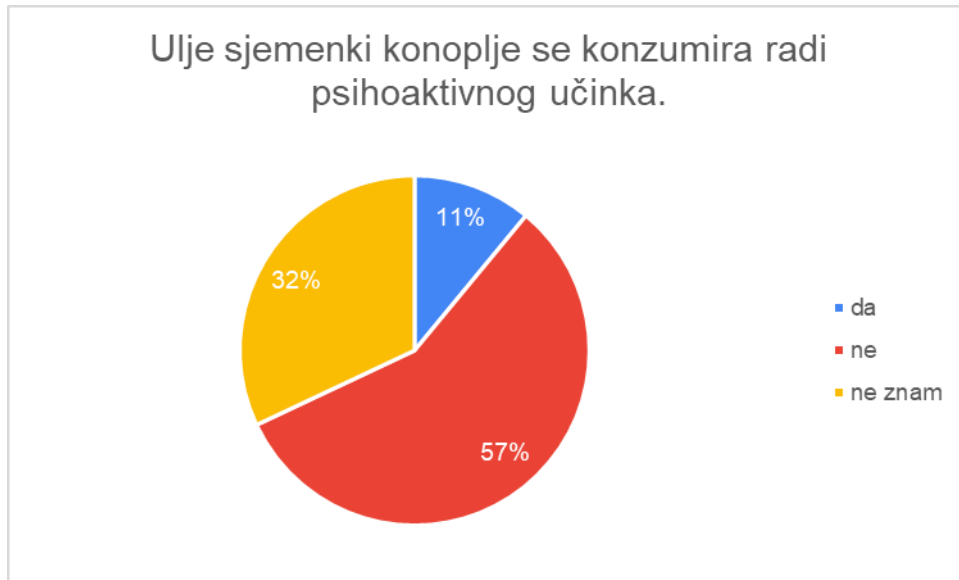
Većina ispitanika (45 %) označila je da ne zna odgovor na pitanje o pravom razlogu uporabe ulja sjemenki konoplje, a ostali odgovori su uglavnom podjednako raspodijeljeni između „omega masnih kiselina“ i „CBD-a“ (Slika 27.) Nije bilo značajnih razlika u odabranim opcijama s obzirom na druge parametre (spol, razina studija, područje studiranja, konzumacija ulja).



**Slika 27.** Informiranost svih ispitanika (N = 100) o pravom razlogu uporabe ulja sjemenki konoplje.

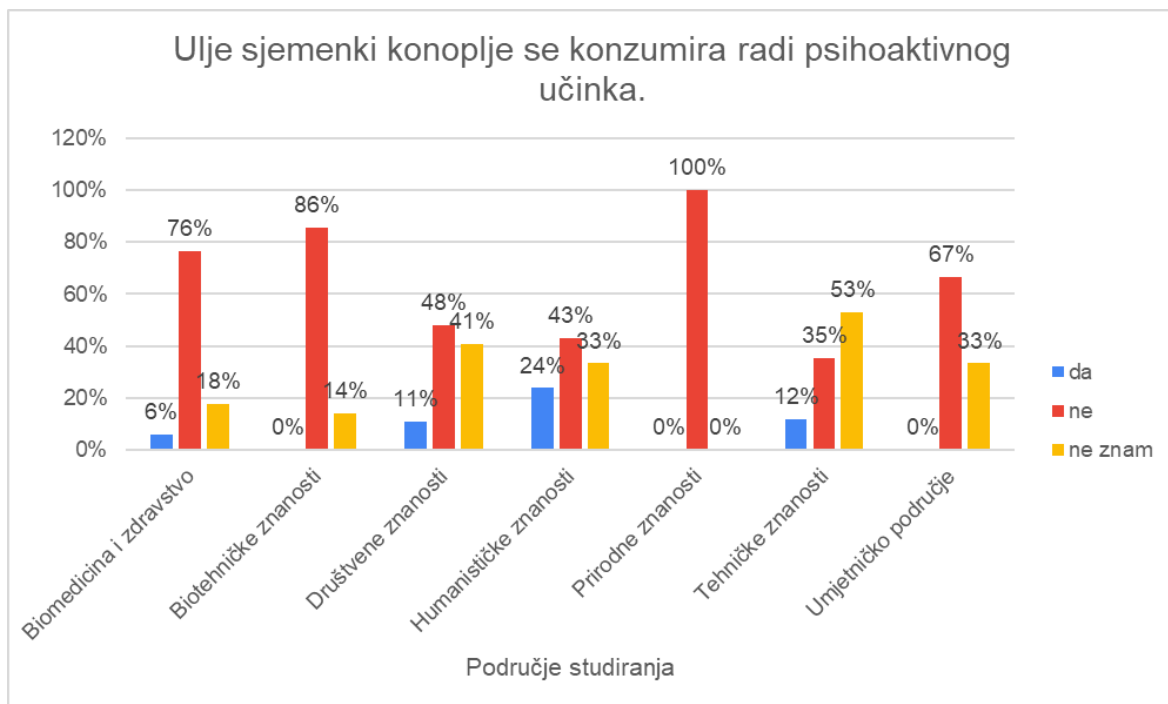
Točan odgovor: omega masne kiseline

Pedeset i sedam posto svih ispitanika odgovorilo je da se ulje sjemenki konoplje ne konzumira radi psihoaktivnog učinka (Slika 28.), a najveći postotak točnih odgovora (76 – 100 %) bio je među studentima biomedicinskih i zdravstvenih, biotehničkih i prirodnih znanosti (Slika 29.). Ispitanici koji su konzumirali ulje također su na ovo pitanje odgovorili točno u većem postotku od ispitanika koji ga nisu konzumirali (Slika 30.).

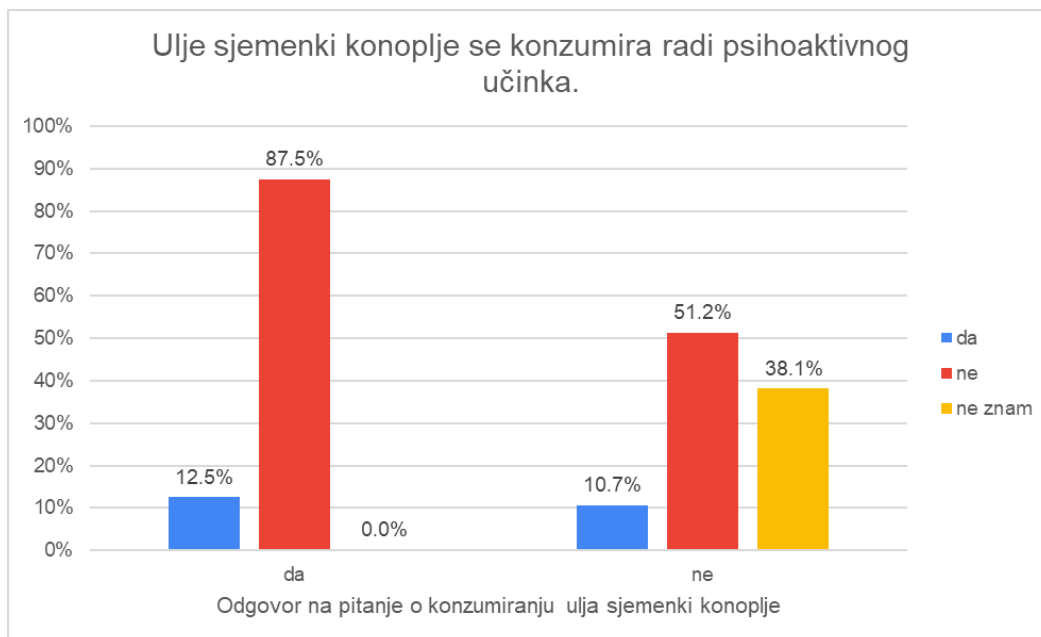


**Slika 28.** Informiranost svih ispitanika (N = 100) o razlogu uporabe ulja sjemenki konoplje.

Točan odgovor: ne

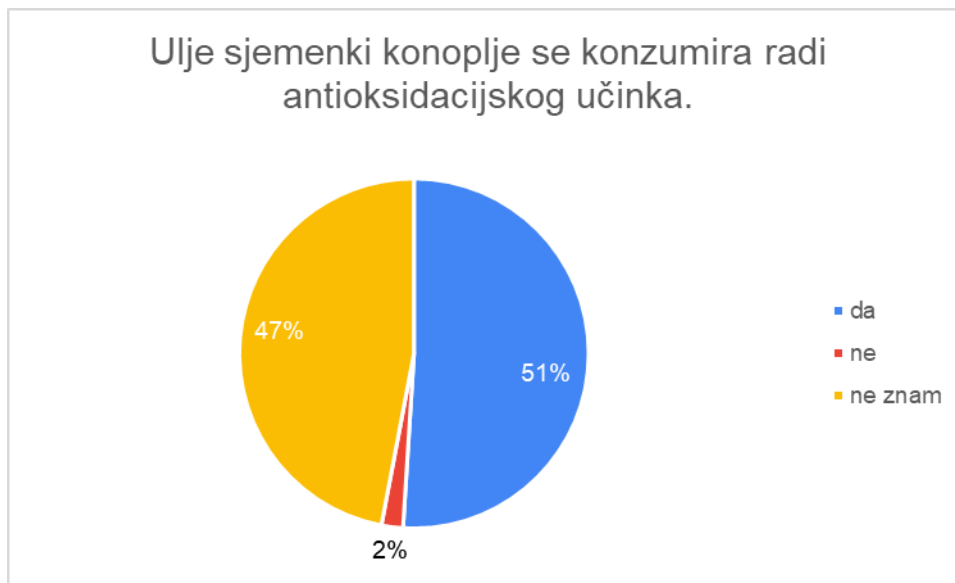


**Slika 29.** Povezanost područja studiranja svih ispitanika (N = 100) i razloga uporabe ulja sjemenki konoplje.



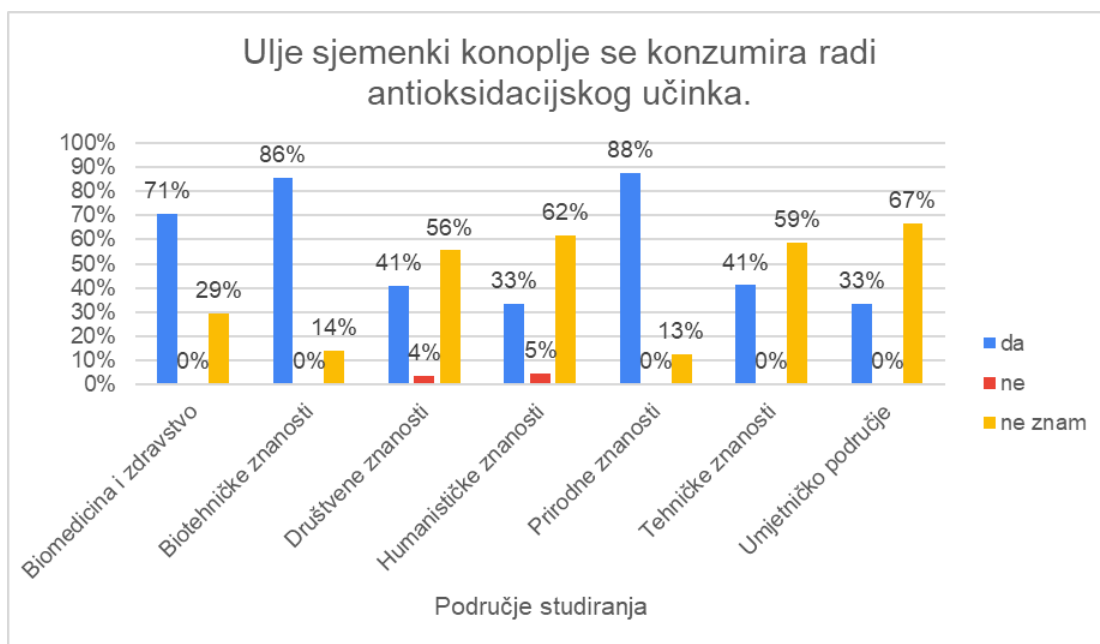
**Slika 30.** Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u svih ispitanika (N = 100) i razloga uporabe ulja sjemenki konoplje.

Dvije opcije koje su najviše i gotovo jednako birane kao odgovor na pitanje konzumira li se ulje sjemenki konoplje radi oksidacijskog učinka su „da“ i „ne znam“ (Slika 31.). Postotak točnih odgovora na ovo pitanje raspodijeljen je vrlo slično kao postotak točnih odgovora na prethodno pitanje koje se odnosi na psihoaktivni učinak. Studenti biomedicinskih i zdravstvenih, biotehničkih i prirodnih znanosti (njih 71 – 88 %) (Slika 32.) te ispitanici koji su konzumirali ulje (njih 75 %) (Slika 33.) su bolje prepoznali njegova antioksidacijska svojstva.

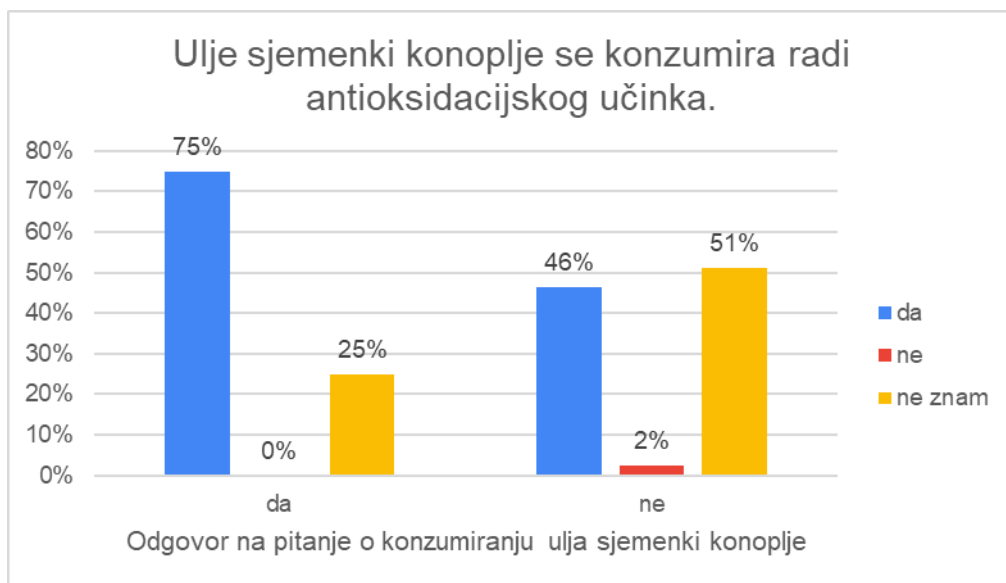


**Slika 31.** Informiranost svih ispitanika (N = 100) o razlogu uporabe ulja sjemenki konoplje.

Točan odgovor: da

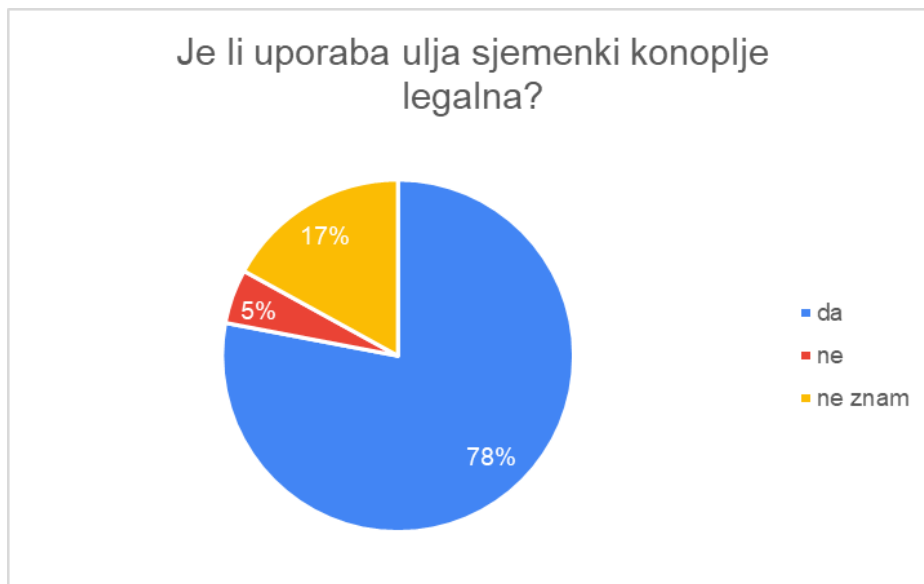


**Slika 32.** Povezanost područja studiranja svih ispitanika (N = 100) i razlogu uporabe ulja sjemenki konoplje.



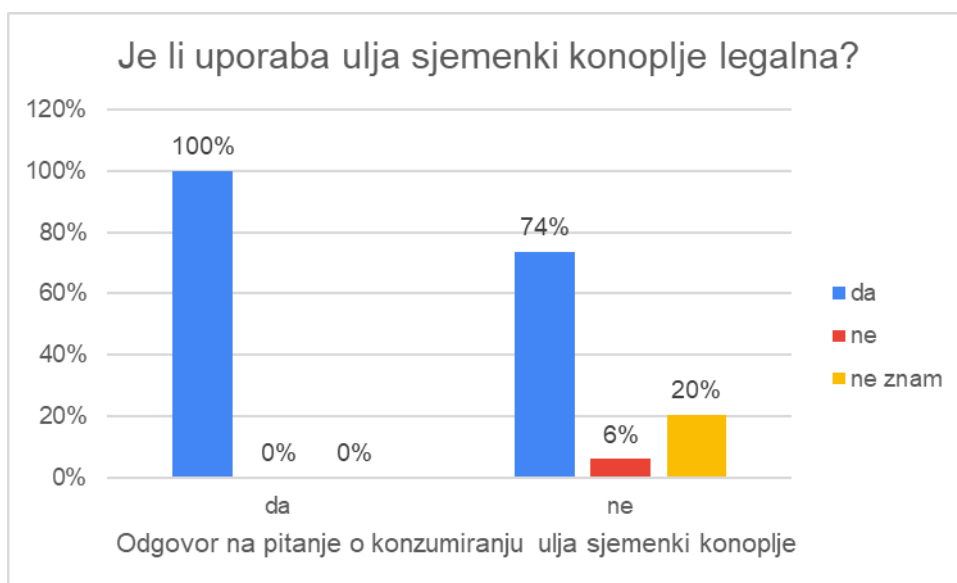
**Slika 33.** Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u svih ispitanika (N = 100) i razloga uporabe ulja sjemenki konoplje.

Na pitanje je li uporaba ulja sjemenki konoplje legalna, točno je odgovorilo 78 % svih ispitanika (Slika 34.), a svi koji su konzumirali ulje odgovorili su da je uporaba legalna (Slika 35.).



**Slika 34.** Informiranost svih ispitanika (N=100) o legalnosti uporabe ulja sjemenki konoplje.

Točan odgovor: da



**Slika 35.** Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u svih ispitanika (N = 100) i informiranosti o legalnosti uporabe ulja sjemenki konoplje.

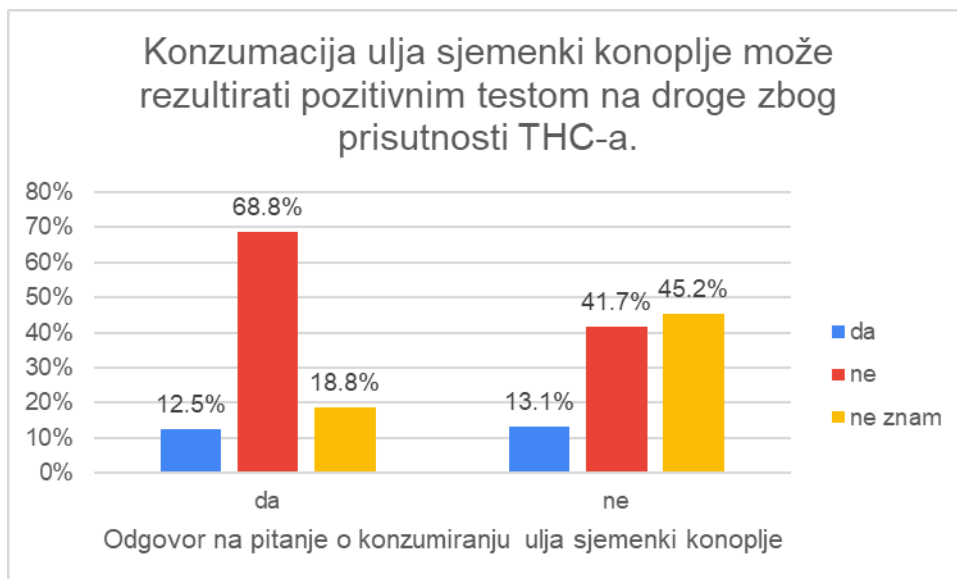
Većina odgovora svih ispitanika na pitanje o pozitivnom testu na droge nakon konzumacije ulja sjemenki konoplje raspoređena je na opcije „ne“ i „ne znam“, a samo 13 % ispitanika izjasnilo se da konzumacija ulja sjemenki konoplje može rezultirati pozitivnim testom na THC (Slika 36.). Ispitanici koji su konzumirali ulje u većem su postotku odgovorili da konzumacija ne može rezultirati pozitivnim testom na THC (Slika 37.).



**Slika 36.** Informiranost svih ispitanika (N = 100) o pozitivnom testu na droge nakon konzumacije ulja sjemenki konoplje.

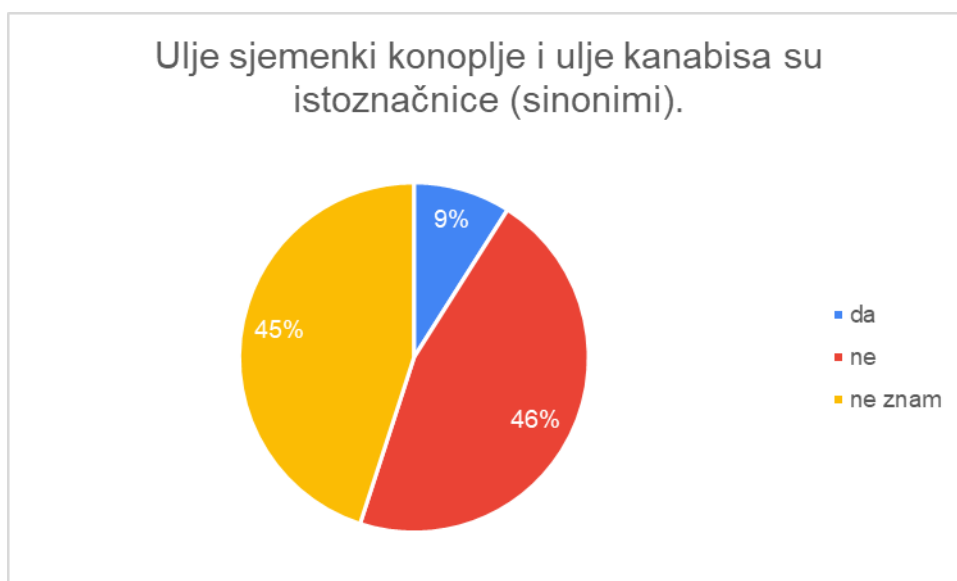
Točan odgovor: da





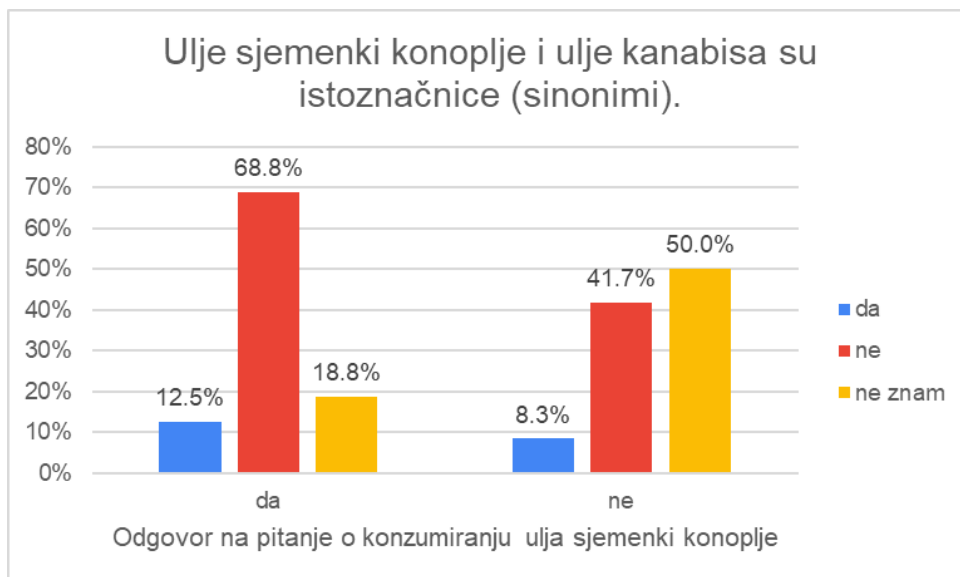
**Slika 37.** Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u svih ispitanika (N = 100) i informiranosti o pozitivnom testu na droge nakon konzumacije ulja sjemenki konoplje.

Na pitanje jesu li ulje sjemenki konoplje i ulje kanabisa istoznačnice, ispitanici su podjednako birali opcije „ne“ i „ne znam“ (Slika 38.), a oni koji su konzumirali ulje dali su veći postotak (68 %) točnih odgovora na ovo pitanje (Slika 39.).



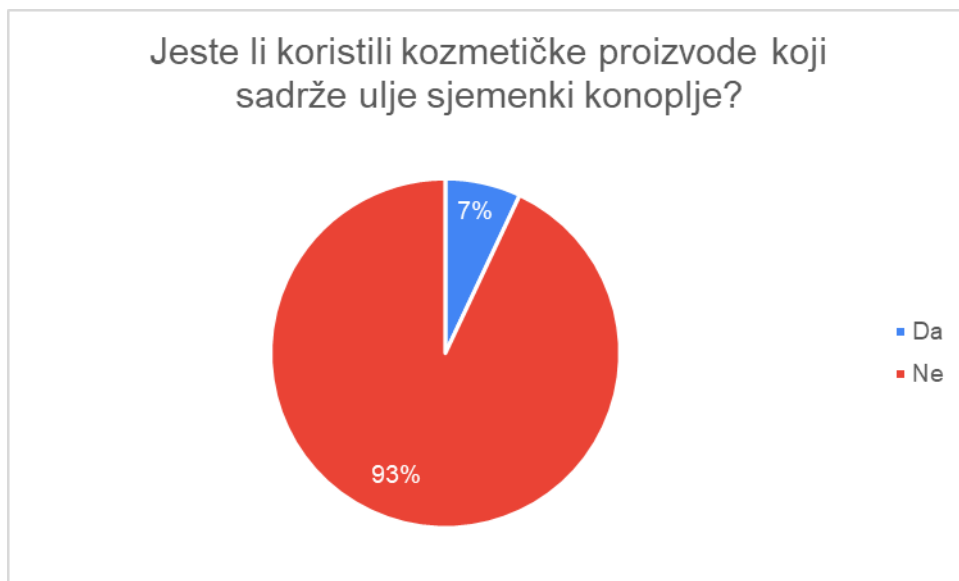
**Slika 38.** Informiranost svih ispitanika (N = 100) o razlici ulja sjemenki konoplje i ulja kanabisa.

Točan odgovor: ne



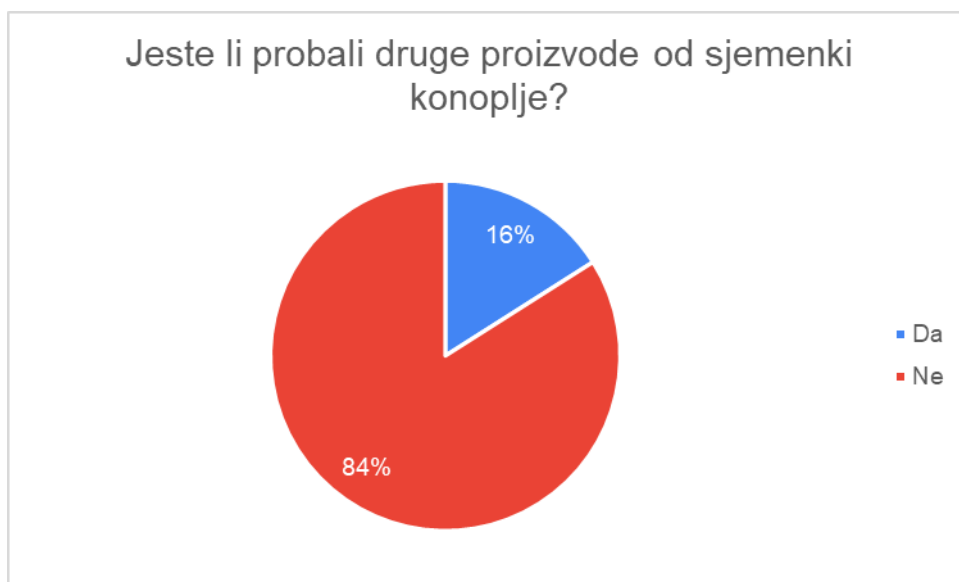
**Slika 39.** Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u svih ispitanika (N = 100) i informiranosti o razlici ulja sjemenki konoplje i ulja kanabisa.

Na kraju upitnika svi ispitanici su odgovorili na dva pitanja o korištenju ostalih prehrambenih i kozmetičkih proizvoda od sjemenki industrijske konoplje. Većina ispitanika (93 %) nije koristila kozmetičke proizvode koji u sebi sadrže ulje sjemenki konoplje (Slika 40.), a od 7 % ispitanika koji jesu koristili, šest je osoba ženskog spola i jedna je osoba muškog spola. Dvije osobe koristile su kremu za lice, a po jedna osoba ulje za lice, kremu za tijelo, šampon, balzam za usne i kremu za ruke.



**Slika 40.** Navike svih ispitanika (N = 100) s obzirom na korištenje kozmetičkih proizvoda koji sadrže ulje sjemenki konoplje.

Druge prehrambene proizvode od sjemenki industrijske konoplje probalo je 16 % ispitanika (Slika 41.) i nema značajnih razlika u postotku s obzirom na ostale parametre (spol, razina studija, područje studiranja). Tri ispitanika konzumirala su proteinski prah, kekse, čaj, pivo i čokoladu, 2 ispitanika liker i brašno i 1 ispitanik energetske pločice i lizalice.



**Slika 41.** Navike svih ispitanika (N = 100) s obzirom na konzumiranje drugih proizvoda od sjemenki konoplje.

## 6. RASPRAVA

U ovom je istraživanju kao uzorak odabrana studentska populacija jer je sklonija konzumaciji i uključivanju nekonvencionalnih proizvoda u prehranu. Anketni upitnik je ispunilo 100 studenata hrvatskih sveučilišta, a uključeni su studenti obaju spolova, različitih područja studiranja (biomedicina i zdravstvo, biotehničke znanosti, društvene znanosti, humanističke znanosti, tehničke znanosti, prirodne znanosti, umjetničko područje) te svih razina studija (preddiplomski, diplomski, poslijediplomski studij). U istraživanje je uključeno više osoba ženskog spola (73 %) što je u skladu sa zastupljenosti ispitanika ženskog spola u sličnom istraživanju o informiranosti o konoplji i njejoj uporabi u medicinske svrhe koje su provele Borkowska i Bialkowska (29).

Veći dio ispitanika (84 %) nije konzumirao ulje sjemenki konoplje što je potvrdilo hipotezu o slaboj zastupljenosti konzumenata ovog ulja među studentskom populacijom. Ispitanici koji nisu konzumirali ulje sjemenki konoplje kao najčešći razlog navode to da im je ulje nepoznato. Dio ispitanika (9,0 %) je nadopisao vlastiti komentar da im ulje nije potrebno što sugerira da su vjerojatno mislili na ulje CBD-a koje se konzumira zbog ublažavanja stresa, anksioznosti, nesanice, upale, epilepsije i ostalih stanja ili na ulje kanabisa koje se najčešće konzumira zbog analgetičkih i antiemetičkih učinaka kod raka (14).

Konzumenti ulja većinom su se informirali o dobrobiti konzumacije ulja sjemenki konoplje kod prijatelja ili poznanika i uglavnom su čitali deklaraciju na ambalaži. Budući da deklaracija sadrži važne podatke o podrijetlu proizvoda, načinu ekstrakcije i nutritivnom sastavu ulja, preporučuje se obratiti pažnju na nju pri prvoj kupovini kako bi se izabrao željen proizvod.

Većina ispitanika konzumirala je ulje domaćeg proizvođača, a mali udio ispitanika koji nije obraćao pažnju na proizvođača, ne pridaje važnost ni čitanju deklaracije. Gotovo 70 % ispitanika cijenu ulja sjemenki konoplje smatralo je prihvatljivom, a svi ispitanici koji su mišljenja da je cijena previsoka, smatrali su da se ulje ponajprije konzumira zbog učinaka CBD-a, stoga se pretpostavlja da su mislili na CBD ulje koje uistinu ima znatno višu cijenu od ulja sjemenki konoplje.

Više od polovice ispitanika konzumira ulje rjeđe od jednom mjesečno u malim dozama (čajna ili jušna žlica), što nije najbolji izbor s obzirom na to da je ulje podložno oksidaciji. Ulje bi

trebalo potrošiti u kraćem roku kako bi se što bolje iskoristila njegova povoljna svojstva te je stoga poželjno kupiti bocu ulja manjeg volumena (250 mL) (10,13). Također se preporučuje konzumirati ulje sjemenki konoplje sirovo i bez termičke obrade jer je nestabilno pri visokim temperaturama. Gotovo svi ispitanici ga tako i konzumiraju, najčešće u sklopu sirovih jela.

Polovica svih ispitanika nije znala da se ulje sjemenki konoplje dobiva iz sjemena industrijske konoplje. U Zajedničkoj sortnoj listi EU navedene su dopuštene sorte za uzgoj.

Zagrijavanjem ulja dolazi do oksidacije omega masnih kiselina i smanjenja sadržaja bioaktivnih komponenata, a povećanja udjela THC-a, stoga je ulje najbolje iskoristivo u sirovom obliku sa čime je bilo upoznato 47 % svih ispitanika.

Ulje sjemenki konoplje ima povoljan omjer  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 masnih kiselina, te sadrži i do 80 % esencijalnih masnih kiselina koje su važni prekursori za stvaranje različitih regulatornih molekula. Budući da većina ispitanika nije znala da se ulje sjemenki konoplje ponajprije konzumira zbog učinaka omega masnih kiselina, razvidno je da ispitanicima nisu dovoljno dobro poznate razlike između više vrsta ulja od konoplje, a marketing proizvoda može tome značajno pridonijeti.

Većina ispitanika koja je upoznata sa činjenicom da se ulje sjemenki konoplje ne konzumira zbog psihoaktivnog, već zbog antioksidacijskog učinka pripada studentima biomedicinskih i zdravstvenih, biotehničkih i prirodnih znanosti što potvrđuje hipotezu da su studenti navedenih područja bolje informirani o nutritivnim svojstvima i povoljnim učincima od studenata ostalih područja.

Uporaba ulja sjemenki konoplje je legalna sve dok je udio THC-a manji od 0,2 %, što se može postići kultivacijom odobrenih sorti industrijske konoplje te pravilnim čišćenjem sjemenki. Većina ispitanika smatra da je uporaba ovog ulja legalna, a među konzumentima svi su dali točan odgovor.

Samo 13 % svih ispitanika je upoznato sa činjenicom da konzumacija ulja sjemenki konoplje može rezultirati pozitivnim testom na droge zbog prisutnosti THC-a što potvrđuje hipotezu da studentska populacija nije u dovoljnoj mjeri upoznata s rizicima povezanim s konzumacijom ulja sjemenki konoplje. Takvi odgovori su očekivani s obzirom na to da hrana od sjemenki konoplje koja je dostupna na tržištu ne bi trebala sadržavati udio THC-a koji će rezultirati pozitivnim testom urina na prisutnost droge, ali to nije zajamčeno. Potrebno je provesti bolju

regulaciju takve hrane, posebno ulja, i postaviti kriterije koje bi trebala ispuniti za stavljanje na tržište.

Većina ispitanika upoznata je s činjenicom da ulje sjemenki konoplje postoji, ali iz odgovora u anketnom upitniku moglo se zaključiti da ga često poistovjećuju s uljem CBD-a.

Prvi prehrambeni proizvod od konoplje na tržištu bilo je ulje sjemenki konoplje, dostupno od 1995. Danas se mogu kupiti različiti proizvodi od konoplje, npr. listovi konoplje (čaj), granola, sladoled, čokolada, praline, keksi, sjemenke konoplje, brašno, proteinski prah, pivo, krekeri, kruh i mnogi drugi (5) te se smatra da su prehrambeni proizvodi na bazi konoplje manje alergeni od onih napravljenih od drugih jestivih sjemenki (3). Legalizacijom uzgoja industrijske konoplje, sve je više proizvoda od konoplje na tržištu. Ostale prehrambene proizvode od sjemenki konoplje konzumirao je isti postotak ispitanika kao i ulje sjemenki konoplje (16 %). Prehrambeni proizvodi koje su ispitanici konzumirali su keksi, čokolada, lizalice, energetske pločice, proteinski prah, brašno, čaj, pivo i liker. Od kozmetičkih proizvoda naveli su da koriste kremu za lice, kremu za ruke, balzam za usne, šampon, kremu za tijelo i ulje za lice. Raste potražnja za proizvodima od konoplje, stoga se predviđa da će se upotreba odobrenih sorti konoplje u različitim industrijama narednih godina dodatno povećati.

## 7. ZAKLJUČAK

Ulje sjemenki konoplje ima vrlo kvalitetan sastav te su zabilježeni brojni povoljni učinci na zdravlje koji su rezultat prvenstveno odgovarajućeg omjera  $\omega$ -6 i  $\omega$ -3 masnih kiselina (3:1). Međutim, unatoč pozitivnim zdravstvenim učincima, konzumacija ovog ulja u studentskoj populaciji slabo je zastupljena.

Nužna je stroža kontrola kvalitete proizvoda kako bi se rizici povezani s konzumacijom ulja sjemenki konoplje sveli na minimum, budući da se na primjeru studenata pokazalo da nije prisutna dovoljna upućenost u njih.

Studenti biomedicine i zdravstva, biotehničkih i prirodnih znanosti bolje su informirani o nutritivnim i povoljnim zdravstvenim učincima ulja sjemenki konoplje od studenata ostalih područja. Jasnom regulativom i pravilnim marketingom koji ne implicira da su proizvodi od sjemenki konoplje ilegalni ili psihoaktivni, postigla bi se bolja informiranost i ostalog dijela populacije o ulju sjemenki konoplje kao nutritivno vrijednom proizvodu.

## LITERATURA

1. Farinon B, Molinari R, Costantini L, Merendino N. The Seed of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition. *Nutrients*. 2020;12:1935.
2. Cerino P, Buonerba C, Cannazza G, D'Auria J, Ottoni E, Fulgione A, et al. A review of hemp as food and nutritional supplement. *Cannabis and Cannabinoid Res*. 2021;6:19–27.
3. Grigoriev S, Illarionova K, Shelenga T. Hempseeds (*Cannabis spp.*) as a source of functional food ingredients, prebiotics and phytosterols. *Agric Food Sci*. 2020;29:460-70.
4. Lachenmeier DW, Walch SG. Analysis and toxicological evaluation of cannabinoids in hemp food products - a review. *EJFAF Che*. 2005;4:812-26.
5. Lachenmeier DW, Walch SG. Current Status of THC in German hemp food products. *J Ind Hemp*. 2006;10:5–17.
6. Petrović M, Debeljak Ž, Kezić N, Džidara P. Relationship between cannabinoids content and composition of fatty acids in hempseed oils. *Food Chem*. 2015;170:218–25.
7. Leson G, Pless P, Grotenhermen F, Kalant H, ElSohly MA. Evaluating the impact of hemp food consumption on workplace drug tests. *J Anal Toxicol*. 2001;25:691-8.
8. Petrović M, Katalenić M, Medić Šarić M, Kalođera Z, Žuntar I, Brčić Karačonji I. Znanstveno mišljenje o utjecaju na zdravlje različitih vrsta hrane od sjemenki i koja sadrži sjemenke industrijske konoplje. 2015;37.
9. Rupasinghe HPV, Davis A, Kumar SK, Murray B, Zheljaskov VD. Industrial Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an Emerging Source for Value-Added Functional Food Ingredients and Nutraceuticals. *Molecules*. 2020;25:4078.
10. Izzo L, Pacifico S, Piccolella S, Castaldo L, Narváez A, Grosso M, et al. Chemical analysis of minor bioactive components and cannabidiolic acid in commercial hemp seed oil. *Molecules*. 2020;25:3710.
11. Leizer C, Ribnicky D, Poulev A, Dushenkov S, Raskin I. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. *J Nutr Funct Med Foods*. 2000;2:35–53.
12. Oseyko M, Sova N, Lutsenko M, Kalyna V. Chemical aspects of the composition of industrial hemp seed products. *Ukr Food J*. 2019;8:544–59.
13. Citti C, Pacchetti B, Vandelli MA, Forni F, Cannazza G. Analysis of cannabinoids in commercial hemp seed oil and decarboxylation kinetics studies of cannabidiolic acid (CBDA). *J Pharm Biomed Anal*. 2018;149:532–40.
14. VanDolah HJ, Bauer BA, Mauck KF. Clinicians' Guide to Cannabidiol and Hemp Oils. *Mayo Clin Proc*. 2019;94:1840–51.



15. Grotenhermen F, Leson G, Pless P. Assessment of exposure to and human health risk from THC and other cannabinoids in hemp foods. Berkley, CA: Leson Environmental Consulting; 2001.
16. Citti C, Linciano P, Panseri S, Vezzalini F, Forni F, Vandelli MA, et al. Cannabinoid profiling of hemp seed oil by liquid chromatography coupled to high-resolution mass spectrometry. *Front Plant Sci.* 2019;10:120.
17. Huestis MA. Human cannabinoid pharmacokinetics. *Chem Biodivers.* 2007;4:1770–804.
18. Holler JM, Bosy TZ, Dunkley CS.  $\Delta^9$ -Tetrahydrocannabinol content of commercially available hemp products. *J Anal Toxicol.* 2008;32:5:428-32.
19. Geiwitz J. THC in hemp foods and cosmetics: The appropriate risk assessment. 2001.
20. Hayley AC, Downey LA, Hansen G, Dowell A, Savins D, Buchta R, et al. Detection of delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) in oral fluid, blood and urine following oral consumption of low-content THC hemp oil. *Forensic Sci Int.* 2018;284:101–6.
21. Jamwal R, Topletz AR, Ramratnam B, Akhlaghi F. Ultra-high performance liquid chromatography tandem mass-spectrometry for simple and simultaneous quantification of cannabinoids. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2017;1048:10–8.
22. Baeck S, Kim B, Cho B, Kim E. Analysis of cannabinoids in urine samples of short-term and long-term consumers of hemp seed products. *Forensic Sci Int.* 2019;305:109997.
23. Callaway J, Schwab U, Harvima I, Halonen P, Mykkänen O, Hyvönen P, et al. Efficacy of dietary hempseed oil in patients with atopic dermatitis. *J Dermatolog Treat.* 2005;16:87–94.
24. Kaul N, Kreml R, Austria JA, Richard MN, Edel AL, Dibrov E, et al. A Comparison of fish oil flaxseed oil and hempseed oil supplementation on selected parameters of cardiovascular health in healthy volunteers. *J Am Coll Nutr.* 2008;27:51–8.
25. Del Bo' C, Deon V, Abello F, Massini G, Porrini M, Riso P, et al. Eight-week hempseed oil intervention improves the fatty acid composition of erythrocyte phospholipids and the omega-3 index, but does not affect the lipid profile in children and adolescents with primary hyperlipidemia. *Food Res Int.* 2019;119:469–76.
26. Schwab US, C. Callaway J, Erkkilä AT, Gynther J, Uusitupa MIJ, Järvinen T. Effects of hempseed and flaxseed oils on the profile of serum lipids, serum total and lipoprotein lipid concentrations and haemostatic factors. *Eur J Nutr.* 2006;45:470–7.
27. Jeong M, Cho J, Shin J-I, Jeon Y-J, Kim J-H, Lee S-J, et al. Hempseed oil induces reactive oxygen species- and C/EBP homologous protein-mediated apoptosis in MH7A human rheumatoid arthritis fibroblast-like synovial cells. *J Ethnopharmacol.* 2014;154:745–52.
28. Rezapour-Firouzi S, Mohammadian M, Sadeghzadeh M, Mehranfar S, Mazloomi E. The effects of evening primrose/hemp seed oil compared to rapamycin on the gene expression

of immunological parameters in experimental autoimmune encephalomyelitis splenocytes. Iran J Allergy Asthma Immunol. 2020;19;183-92

29. Borkowska B, Bialkowska P. Evaluation of consumer awareness of hemp and its applications in different industries. SJ GMU. 2019;7–16.

# PRIVITCI

## Privitak A: Popis ilustracija

### Tablice

Tablica 1. Nutritivna svojstva različitih uzoraka sjemenki konoplje (g/100 g).....	5
Tablica 2. Aminokiselinski sastav različitih uzoraka sjemenki konoplje (g/100 g sjemenki).....	6
Tablica 3. Razlike između ulja sjemenki konoplje, CBD ulja i ulja kanabisa.....	15

### Slike

Slika 1. Različite upotrebe biljke konoplje ( <i>Cannabis sativa L.</i> ).....	2
Slika 2. Metabolizam masnih kiselina.....	10
Slika 3. Strukture THC-a, CBD-a i CBN-a, glavnih kanabinoida <i>Cannabis sativa L.</i> .....	17
Slika 4. Shematski prikaz metabolizma $\Delta$ 9-tetrahidrokanabinola (THC) u ljudi.....	19
Slika 5. Povezanost između koncentracija THC-a i CBD-a u uljima sjemenki konoplje s hrvatskog tržišta.....	21
Slika 6. Tijek istraživanja.....	24
Slika 7. Tijek istraživanja.....	25
Slika 8. Raspodjela ispitanika (N = 100) prema spolu.....	28
Slika 9. Raspodjela ispitanika (N = 100) prema mjestu prebivališta.....	29
Slika 10. Raspodjela ispitanika (N = 100) prema razini studija.....	29
Slika 11. Raspodjela ispitanika (N = 100) prema području studiranja.....	30
Slika 12. Navike ispitanika (N = 100) s obzirom na konzumiranje ulja sjemenki konoplje.....	30
Slika 13. Načini informiranja ispitanika-konzumenata (N = 16) o dobrobiti konzumiranja ulja sjemenki konoplje.....	31

Slika 14. Informiranje ispitanika-konzumenata (N = 16) o sastavu ulja sjemenki konoplje.....	32
Slika 15. Odgovori ispitanika-konzumenata (N = 16) o uporabi ulja sjemenki konoplje s obzirom na proizvođača.....	32
Slika 16. Stav ispitanika-konzumenata (N = 16) o cijeni ulja sjemenki konoplje.....	33
Slika 17. Povezanost mišljenja ispitanika-konzumenata (N = 16) o cijeni i o sastavu ulja sjemenki konoplje.....	33
Slika 18. Učestalost konzumacije ulja među ispitanicima-konzumentima (N = 16).....	34
Slika 19. Količina ulja koju konzumiraju ispitanici-konzumenti (N = 16).....	35
Slika 20. Povezanost mišljenja ispitanika-konzumenata (N = 16) o količini ulja koju konzumiraju i o sastavu ulja sjemenki konoplje.....	35
Slika 21. Način konzumacije ulja u ispitanika-konzumenata (N = 16).....	36
Slika 22. Razlozi nekonzumacije ulja sjemenki konoplje među ispitanicima (N = 84).....	36
Slika 23. Informiranost svih ispitanika (N = 100) o podvrsti konoplje iz koje se dobiva ulje sjemenki.....	37
Slika 24. Povezanost konzumacije ulja i informiranosti svih ispitanika (N = 100) o podvrsti konoplje iz koje se dobiva ulje sjemenki.....	38
Slika 25. Informiranost svih ispitanika (N = 100) o najprikladnijem obliku konzumacije ulja sjemenki konoplje.....	38
Slika 26. Povezanost konzumacije ulja i informiranosti svih ispitanika (N = 100) o najprikladnijem obliku konzumacije ulja sjemenki konoplje.....	39
Slika 27. Informiranost svih ispitanika (N = 100) o pravom razlogu uporabe ulja sjemenki konoplje.....	39
Slika 28. Informiranost svih ispitanika (N = 100) o razlogu uporabe ulja sjemenki konoplje....	40
Slika 29. Povezanost područja studiranja svih ispitanika (N = 100) i razloga uporabe ulja sjemenki konoplje.....	41

Slika 30. Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u svih ispitanika (N = 100) i razloga uporabe ulja sjemenki konoplje.....	41
Slika 31. Informiranost svih ispitanika (N = 100) o razlogu uporabe ulja sjemenki konoplje.....	42
Slika 32. Povezanost područja studiranja svih ispitanika (N = 100) i razloga uporabe ulja sjemenki konoplje.....	43
Slika 33. Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u ispitanika (N = 100) i razloga uporabe ulja sjemenki konoplje.....	43
Slika 34. Informiranost svih ispitanika (N=100) o legalnosti uporabe ulja sjemenki konoplje.....	44
Slika 35. Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u svih ispitanika (N = 100) i informiranosti o legalnosti uporabe ulja sjemenki konoplje.....	44
Slika 36. Informiranost svih ispitanika (N = 100) o pozitivnom testu na droge nakon konzumacije ulja sjemenki konoplje.....	45
Slika 37. Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u svih ispitanika (N = 100) i informiranosti o pozitivnom testu na droge nakon konzumacije ulja sjemenki konoplje.....	46
Slika 38. Informiranost svih ispitanika (N = 100) o razlici ulja sjemenki konoplje i ulja kanabisa.....	46
Slika 39. Povezanost konzumacije ulja sjemenki konoplje u svih ispitanika (N = 100) i informiranosti o razlici ulja sjemenki konoplje i ulja kanabisa.....	47
Slika 40. Navike svih ispitanika (N = 100) s obzirom na korištenje kozmetičkih proizvoda koji sadrže ulje sjemenki konoplje.....	48
Slika 41. Navike svih ispitanika (N = 100) s obzirom na konzumiranje drugih proizvoda od sjemenki konoplje.....	48

## Privitak B: Anketni upitnik

Ovaj upitnik dio je diplomskog rada studentice Tonke Žgela (diplomski studij Kliničkog nutricionizma, Sveučilište u Rijeci) te mu je cilj ispitati informiranost studenata hrvatskih sveučilišta o uporabi i nutritivnom potencijalu, kao i rizicima povezanim s konzumiranjem ulja sjemenki konoplje. U istraživanju možete sudjelovati ako imate 18 godina ili više i student ste jednog od sveučilišta u Hrvatskoj. Za ispunjavanje upitnika potrebno je oko 5 minuta. Molim Vas da na pitanja odgovarate iskreno radi vjerodostojnosti podataka koji se prikupljaju i njihove primjene u znanstvene svrhe. Vaše sudjelovanje u istraživanju je u potpunosti anonimno i dobrovoljno. Od Vas se neće tražiti, niti će se prikupljati podaci koji bi mogli otkriti Vaš identitet. Samo istraživači će imati pristup Vašim odgovorima. Od sudjelovanja u istraživanju možete odustati u svakom trenutku bez ikakvih posljedica.

Zahvaljujem Vam na interesu i spremnosti da značajno doprinesete ovom istraživanju!

Pristajem sudjelovati u istraživanju i slažem se da se podaci koje ću dati koriste u istraživačke svrhe.

DA

NE

1. Dob: \_\_\_\_\_

2. Spol

M

Ž

3. Odaberite županiju u kojoj se nalazi Vaše mjesto prebivališta (s osobne iskaznice).

Grad Zagreb

Zagrebačka

Krapinsko – zagorska  
Sisačko – moslavačka  
Karlovačka  
Varaždinska  
Koprivničko – križevačka  
Bjelovarsko – bilogorska  
Primorsko – goranska  
Ličko – senjska  
Virovitičko – podravska  
Požeško – slavonska  
Brodsko – posavska  
Zadarska  
Osječko – baranjska  
Šibensko – kninska  
Vukovarsko – srijemska  
Splitsko – dalmatinska  
Istarska  
Dubrovačko – neretvanska  
Međimurska

4. Koju razinu studija pohađate?

- preddiplomski studij ili 1., 2., 3. godinu integriranog studija
- diplomski studij ili 4., 5., 6. godinu integriranog studija

poslijediplomski studij

5. Koji fakultet pohađate?

\_\_\_\_\_

6. Jeste li konzumirali ili konzumirate ulje sjemenki konoplje?

da

ne

7. Ukoliko niste konzumirali ulje sjemenki konoplje, molim odaberite ili navedite razlog. Moguće je označiti više odgovora.

nepoznato mi je

preskupo je

ne znam kakav će učinak imati

ne nalazim ga u trgovinama

imam negativan stav prema konoplji

ostalo...

8. Gdje ste se informirali o dobrobiti konzumiranja ulja sjemenki konoplje?

kod prijatelja ili poznanika

na fakultetu

na društvenim mrežama



u medijima

ostalo...

9. Čitate li deklaraciju na boci ulja sjemenki konoplje?

da

ne

ponekad

10. Rabite ulje ili ste rabili ulje:

domaćeg proizvođača

inozemnog proizvođača

ne obraćam pažnju na proizvođača

11. Koje ulje sjemenki konoplje rabite? Odgovorite ukoliko znate, pitanje nije obavezno.

---

12. Cijena ulja sjemenki konoplje je:

preniska

prihvatljiva

previsoka

ne znam

13. Koliko često konzumirate ulje sjemenki konoplje?

- jednom dnevno
- 2-3 puta tjedno
- nekoliko puta mjesečno
- rjeđe od jednom mjesečno
- ostalo...

14. Koju količinu ulja najčešće upotrebljavate pri jednoj konzumaciji?

- 1 čajnu žlicu
- 1 jušnu žlicu
- 2 jušne žlice
- više od 2 jušne žlice
- ostalo...

15. Na koji način konzumirate ulje sjemenki konoplje?

- na žlicu (natašte)
- na žlicu u neko drugo doba dana
- u sklopu sirovih jela (npr. salate, sendviča)
- u prerađenom obliku (npr. kuhano, pečeno, prženo)
- ostalo...

16. Je li Vam poznato od koje se podvrste konoplje dobiva ulje sjemenki konoplje?

- indijske konoplje
- industrijske konoplje
- ne znam

17. Kako bi se najbolje iskoristila njegova svojstva, ulje sjemenki konoplje trebalo bi konzumirati:

- u sirovom obliku (npr. kao začin za salatu)
- procesirano (prženje, kuhanje)
- ne znam

18. Ulje sjemenki konoplje konzumira se zbog učinaka:

- omega masnih kiselina
- tetrahidrokanabinola (THC)
- kanabidiola (CBD)
- ne znam
- ostalo...

19. Ulje sjemenki konoplje se konzumira radi psihoaktivnog učinka.

- da
- ne
- ne znam

20. Ulje sjemenki konoplje se konzumira radi antioksidacijskog učinka

da

ne

ne znam

21. Je li uporaba ulja sjemenki konoplje legalna?

da

ne

ne znam

22. Konzumacija ulja sjemenki konoplje može rezultirati pozitivnim testom na droge zbog prisutnosti THC-a.

da

ne

ne znam

23. Ulje sjemenki konoplje i ulje kanabisa su istoznačnice (sinonimi).

da

ne

ne znam

24. Jeste li koristili kozmetičke proizvode koji sadrže ulje sjemenki konoplje? (npr. sapun, šampon, krema, balzam za usne, ulje za kožu...) Molim Vas upišite da/ne. Ako je Vaš odgovor da, navedite koje.

---




25. Jeste li probali druge proizvode od sjemenki konoplje? (npr. brašno, proteine, energetske pločice, čokolade, kekse...) Molim Vas upišite da/ne. Ako je Vaš odgovor da, navedite koje.

---

# Tonka Žgela

**DATUM ROĐENJA:**  
16/01/1996

## KONTAKT

 Hrvatska  
 [tonka.zgela@gmail.com](mailto:tonka.zgela@gmail.com)  
 (+385) 981326318

## RADNO ISKUSTVO

06/2017

### Stručna praksa

Jadran galenski laboratorij d.d.  
- Odjel za registraciju lijekova  
- farmakovigilancija  
Svilno 2 (Pharma Valley), Rijeka, Hrvatska

## OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

10/2019 – **TRENUTAČNO** – Ul. Viktora cara Emina 5, Rijeka, Hrvatska

### Klinički nutricionizam

Diplomski studij, Fakultet zdravstvenih studija, Sveučilište u Rijeci

10/2014 – 09/2018 – Ul. Radmile Matejčić 2, Rijeka, Hrvatska

### Sveučilišna prvostupnica biotehnologije i istraživanja lijekova (univ. bacc. biotech. et pharm. inv.)

Preddiplomski studij, Odjel za biotehnologiju, Sveučilište u Rijeci  
Tema završnog rada: "Uloga mikrookoliša tumora u razvoju kemorezistencije"

09/2010 – 06/2014 – Ul. Matice hrvatske 17, Bjelovar, Hrvatska

### Opća gimnazija

## JEZIČNE VJEŠTINE

**MATERINSKI JEZIK/JEZICI:** hrvatski

**DRUGI JEZICI:**

engleski

Slušanje C1	Čitanje C1	Govorna produkcija C1	Govorna interakcija C1	Pisanje C1
----------------	---------------	-----------------------------	------------------------------	---------------

njemački

Slušanje A2	Čitanje A2	Govorna produkcija A2	Govorna interakcija A2	Pisanje A2
----------------	---------------	-----------------------------	------------------------------	---------------

## DIGITALNE VJEŠTINE

MS Office (Word Excel PowerPoint) / Komunikacijski programi (Skype Zoom TeamViewer) / Poznavanje rada u kemoinformatičkim programima za modeliranje bioloških molekula / Pretraživanje baza podataka (Pubmed, Google Scholar...)

## MREŽE I ČLANSTVA

### Članstva

Udruga studenata biotehnologije Sveučilišta u Rijeci

## VOZAČKA DOZVOLA

**Vozačka dozvola:** AM

**Vozačka dozvola:** B

## PROJEKTI

2016 – 2017

### Student mentor

- projekt Udruge studenata biotehnologije

## ORGANIZACIJSKE VJEŠTINE

### Organizacijske vještine

- odgovornost, pouzdanost, točnost, prilagodljivost i organiziranost stečene tijekom izvođenja laboratorijskih vježbi i pri procjeni nutritivnog statusa

## KOMUNIKACIJSKE I MEĐULJUDSKE VJEŠTINE

### Komunikacijske i međuljudske vještine

- jasna komunikacija stečena studiranjem i sudjelovanjem u različitim projektima
- sposobnost za skladan rad u timu i prezentaciju vlastitih ideja razvijena tijekom izrade seminara u grupi

## NATJECANJA

2016

### Case Study natjecanje tvrtke JGL d.d.

## VOLONTERSKI RAD

2016 – 2017

### Festival znanosti

2016

### Natjecanje "Tetragon"

2016

### Laboratorij za hematopoezu

2016

### Festival sporta i rekreacije "Homo si teć"

## EDUKACIJE

2021

### Sustavni pregled literature (Cochrane Croatia)

## OSTALE VJEŠTINE

### Ostale vještine

- poznavanje antropometrijskih i dijetetičkih metoda