



OSNOVNA ŠOLA
POHORSKEGA ODREDA
SLOVENSKA BISTRICA



RAZISKOVALNA NALOGA

Konopljinno olje, resnica ali prevara?



RAZISKOVALNO PODROČJE:

Interdisciplinarno področje (kemija, biotehnologija in živilstvo)

Avtor: Jaša Martinčič

Mentorica: Suzana Rajh, prof.

Somentor: dr. Vito Martinčič

Lektorica: Nina Ančič, prof.

Slovenska Bistrica, marec 2016

ZAHVALA

Rad bi se zahvalil vsem, ki so mi pomagali pri izdelavi moje raziskovalne naloge in prispevali k njenemu nastanku.

Posebna zahvala gre podjetju Vitiva Markovci d.o.o. in Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano v Mariboru, ki so analizirali vse vzorce konopljinih olj.

Zahvalil bi se tudi moji mentorici, profesorici kemije in biologije, Suzani Rajh, ki mi je pomagala pri izdelavi raziskovalne naloge in s tem zelo olajšala delo.

Zahvale pa grede tudi lektorici, profesorici angleškega in slovenskega jezika, Nini Ančič, ki je lektorirala celotno besedilo ter angleški del povzetka.

Kazalo vsebine

Vsebina

1 UVOD.....	8
1.1 Namen	8
1.2 Hipoteze	8
1.3 Cilji.....	8
2 TEORETIČNI DEL.....	9
2.1 Maščobe	9
2.2 Maščobne kisline	9
2.2.1 Esencialne maščobne kisline.....	10
2.3 Negliceridne komponente v maščobah	12
2.3.2 Steroli	15
2.3.3 Fosfatidi.....	15
2.4 Pomen maščob v prehrani	15
2.5 Konoplja.....	16
2.5.1 Zgodovina konoplje	16
2.5.2 Konopljino olje	16
2.5.3 Uporaba	17
2.5.4 Vrste konoplje.....	18
2.5.5 Zanimivosti	18
2.6 Določanje kakovosti konopljinca olja.....	18
3 EKSPERIMENTALNI DEL RAZISKOVALNE NALOGE	19
3.1 Določitev prisotnosti olja v semenu konoplje	19
3.1.1 Ekstrakcija	19
3.2 Proizvodnja konopljinca olja.....	20
3.2.1 Domača stiskalnica semen	20
3.2.2 Stiskanje konopljinca semen	21
3.2.3 Proučevanje fizikalno kemijskih parametrov proizvedenega konopljinca olja in drugih tržno dostopnih hladno stiskanih olj	23
3.3 Analizne metode	25
3.3.1 Določanje peroksidnega števila po Wheelerju	25
3.3.2 Določanje prostih maščobnih kislin	27
3.3.3 Določanje organoleptičnih lastnosti	27
3.3.4 Določitev vsebnosti in sestave tokoferolov.....	27
3.3.5 Oksidacijska stabilnost	28
3.3.6 Maščobno – kislinska sestava trigliceridov (Nacionalni inštitut za varovanje zdravja)	28

3.4 Anketiranje.....	28
3.5 Postopek povzemanja stališč in spoznanj drugih avtorjev	28
3.6 Metoda intervjuja.....	28
3.7 Rezultati.....	29
3.7.1 Ekstrakcija	29
3.7.2 Proizvodnja konopljinega olja	29
3.7.3 Kvalitativna analiza fizikalno kemijskih parametrov proizvedenega konopljinega olja	30
3.7.4 Določanje peroksidnega števila po Wheelerju	33
3.7.5 Določanje organoleptičnih lastnosti	35
3.7.6 Rezultati anketiranja	37
3.7.6 Metoda intervjuja	40
4 RAZPRAVA	42
5 ZAKLJUČEK.....	44
6 LITERATURA	45

Naslovna stran

Slika 1: Konopljina olja različnih proizvajalcev. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

Kazalo slik

Slika 1: Konopljina olja različnih proizvajalcev.	1
Slika 2: Zgradba molekule triacilglicerida.	9
Slika 3: Zgradba molekule triacilglicerida.	10
Slika 4: Strukturna formula tokoferolov s poimenovanjem.	12
Slika 5: Industrijska konoplja.	16
Slika 6: Konopljino olje.	17
Slika 7: Kruh iz konopljine moke.	17
Slika 8: Tehtanje konopljinih semen.	19
Slika 9: Domača stiskalnica semen.	20
Slika 10: Stiskanje konopljinih semen.	21
Slika 11: Konopljino olje, kot produkt stiskanja semen.	22
Slika 12: Konopljina pogača.	22
Slika 13: Olje z usedlino.	23
Slika 14: Vzorci konopljinih olj.	24
Slika 15: Vzorec olja s škrobom pred titracijo.	25
Slika 16: Vzorec olja s škrobom med titracijo.	26
Slika 17: Vzorec olja s škrobom po razbarvanju.	26
Slika 18: Madež konopljinega olja na papirju po ekstrakciji.	29
Slika 19: Konopljina olja razporejena po barvi od najsvetlejšega do najtemnejšega.	36
Slika 20: Uporaba različnih olj v prehrani.	37
Slika 21: Prepoznavnost konopljinega olja.	37
Slika 22: Poznavanje konopljinega olja v prehranske namene.	38
Slika 23: Mnenje o uporabi konopljinega olja v primerjavi z ostalimi olji.	38
Slika 24: Mnenje ljudi o prednostih konopljinega olja.	39

Kazalo tabel

Tabela 1: Vsebnost maščobnih kislin v nekaterih rastlinskih oljih.	11
Tabela 2: Izomere tokoferolov.	13
Tabela 3: Biološka aktivnost in anti-oksidacijsko delovanje pomembnejših tokoferolov.	13
Tabela 4: Vsebnost skupnih in posameznih tokoferolov v nekaterih rastlinskih oljih in masteh.	14
Tabela 5: Masna bilanca.	29
Tabela 6: Analiza sestave maščobnih kislin.	30
Tabela 7: Družine maščobnih kislin v proizvedenem olju.	31
Tabela 8: Rezultat laboratorijske analize proizvedenega konopljinega olja.	31
Tabela 9: Vsebnost tokoferolov, prostih maščobnih kislin, peroksidnega števila v proizvedenem hladno stiskanem konopljinem olju in tržno dostopnih vzorcih hladno stiskanih konopljinih olj.	32
Tabela 10: Izračun Wheelerjevega peroksidnega števila iz porabe natrijevega tiosulfata pri titraciji.	33
Tabela 11: Primerjava dobljenega peroksidnega števila pri različnih oljih.	34
Tabela 12: Organoleptične lastnosti olj.	35

POVZETEK

Konopljino olje proizvajalci in trgovci uvrščajo med najbolj zdravilna med rastlinskimi olji. Raziskovalna naloga skuša najti odgovor o upravičenosti teh trditev.

Zaradi objektivnosti rezultatov sem najprej poiskal strokovne članke in druge vire s področja naloge, izvedel intervjuje s strokovnjaki ter izvedel anketo med starši. V drugem delu raziskovanja sem na trgu pridobil seme industrijske konoplje, stisnil konopljino olje po postopku hladnega stiskanja ter ga analiziral v laboratoriju. Vzporedno z lastno proizvodnjo sem analiziral še pet (5) na policah prisotnih hladno stiskanih konopljinih olj ter primerjal rezultate. Zahtevnejše analize (sestava maščobnih kislin, vsebnost tokoferolov in oksidacijsko stabilnost) so izvedli v podjetju Vitiva d.o.o. in Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano v Mariboru.

Rezultati ankete in intervjujev so pokazali, da anketiranci poznajo konopljino olje, vendar ga le redko uporabljajo. Strokovnjaki so mnenja, da bi olje lahko imelo določene zdravstvene učinke predvsem zaradi vsebnosti esencialnih kislin, vendar se v prehrani zelo malo uporablja, ker ima specifičen okus. Analizni rezultati so pokazali, da je konopljino olje zelo nestabilno in postane v nekaj dneh po odprtju embalaže zaradi žarkosti neuporabno za prehranske namene.

Ključne besede: industrijska konoplja, semena, olje, peroksidno število, maščobne kisline

ABSTRACT

Manufacturers and merchants classify the hemp oil as one of the most healing oils among vegetable oils. The research paper is trying to find an answer about the justification of those claims.

Due to objectivity of the results I have firstly looked up some professional articles and other sources from the area of the research paper, I have made some interviews with the experts and I have done a survey among adults. In the second part of the research I have got some hemp seeds on the market, produced the hemp oil based on the procedure of cold pressing and then analysed it in the laboratory. During my own production of the oil I have analysed 5 more samples of the hemp oil which can be found in the stores. Afterwards I have compared the results. The more difficult analyses (fatty acids composition, tocopherol content, oxidational stability) were made for me in Vitiva d.o.o. and the National Laboratory for health, environment and food in Maribor.

The results of the survey and the interviews have shown that the parents know the hemp oil and that the experts think that the hemp oil has certain health effects especially because of EFA content but it is not used in nutrition much because of its unique taste. The analytical report have shown that the hemp oil is very unstable and most of the analysed samples were not suitable for nutrition.

Key words: industrial hemp, seeds, oil, peroxide number, fatty acids, tocopherols

1 UVOD

Na trgu se v današnjih časih pojavlja vedno večje število olj. Vedno bolj zanimivo postaja prav konopljino olje, ki naj bi bilo bolj zdravo od drugih vrst olj zaradi večje vsebnosti polinasičenih maščobnih kislin. O konopljinem olje sem prebral nekaj člankov, izvedel, da ima zdravilne učinke ter da ga je priporočljivo uživati in uporabljati v prehrani. Zato sem se tudi odločil, da bom to olje malo raziskal. Zanimalo me je, ali je konopljino olje res toliko boljše za uporabo v prehrani kot druge vrste olj. Kupil sem več stekleničk konopljinega olja od različnih proizvajalcev, enega pa celo sam proizvedel pri lokalnem proizvajalcu olj.

1.1 Namen

Moj namen je bil, da raziščem sestavo konopljinega olja, kako se pridobiva, za kaj se lahko uporablja. Zanimalo me je tudi, kako zunanji dejavniki vplivajo na kvaliteto konopljinega olja. Hotel sem ugotoviti, v čem se konopljino olje razlikuje od ostalih olj in ali je res bolj priporočljivo in bolj zdravo za uporabo v prehrani.

1.2 Hipoteze

- H1 Domnevam, da ljudje premalo poznajo uporabo konopljinega olja v prehranske namene.
- H2 Proizvodnja konopljinega olja je enostavna, proizvedemo ga lahko tudi doma.
- H3 Konopljino olje vsebuje visoke deleže polinenasičenih maščobnih kislin, zato lahko hitro oksidira.
- H4 Zaradi boljše prodaje konopljinega olja trgovci navajajo zdravilne učinke konopljinega olja, brez strokovne podlage.

1.3 Cilji

Cilji moje raziskovalne naloge so naslednji:

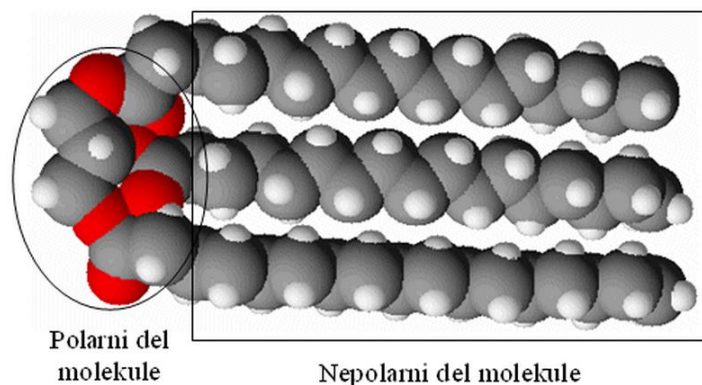
- pridobiti konopljino olje iz semen industrijske konoplje,
- raziskati maščobe, njihovo zgradbo, lastnosti in uporabo,
- spoznati konopljo kot rastlino in njene zdravilne učinke,
- s pomočjo eksperimentov ugotoviti razlike med posameznimi proizvajalci konopljinega olja,
- na osnovi analiz in primerjave rezultatov s strokovnimi viri poiskati upravičenost trditev o zdravilnih lastnostih konopljinega olja.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Maščobe

Maščobe so organske spojine, ki imajo velik pomen v življenju živih bitij. Maščobe so estri glicerola in maščobnih kislin. Za maščobe je značilno, da se ne topijo v vodi, se pa topijo v organskih topilih. Uvrščamo jih v veliko skupino spojin, ki jih imenujemo lipidi. V molekuli maščobe (triglicerida) so lahko zaestrene tri enake ali različne maščobne kisline. Maščobe delimo po agregatnem stanju na masti (trde) in olja (tekoča), glede na sestavo maščobnih kislin pa jih lahko delimo na nasičene in nenasičene. Maščobne kisline med sabo razlikujejo po dolžini verige, v katero so členjeni ogljiki in po številu dvojnih vezi. (Maščobe, 2016)

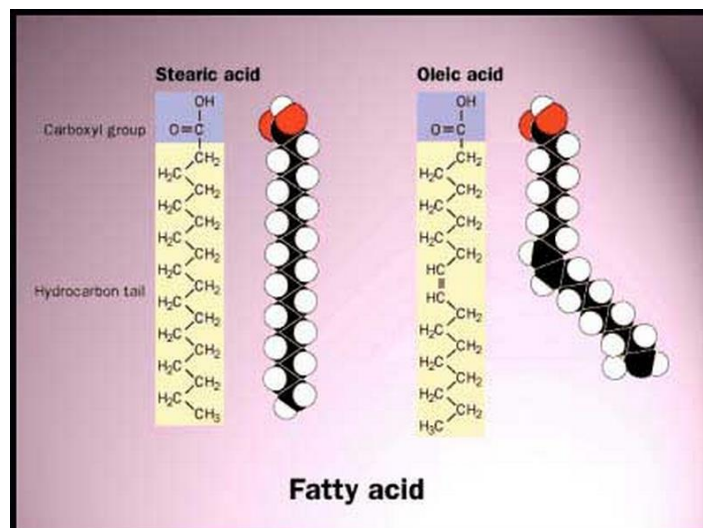
Ločimo dve vrsti maščobnih kislin: nasičene maščobne kisline, ki nimajo dvojnih vezi (palmitinska, stearinska ...) in nenasičene maščobne kisline, ki imajo eno ali več dvojnih vezi. Maščobnim kislinam z eno dvojno vezjo pravimo mononenasičene maščobne kisline (oleinska ...), maščobnim kislinam z več dvojnimi vezmi pa polinenasičene maščobne kisline (linolna, linolenska kislina ...). (Maščobe, 2016)



Slika 2: Zgradba molekule triacilglicerida. (Vir: Devetak, 2016)

2.2 Maščobne kisline

V molekuli triglicerida imajo največji masni delež maščobne kisline, ki tudi poglavitno vplivajo na lastnosti triglicerida. Molekulska teža vezanih maščobnih kislin znaša, odvisno od maščobnih kislin, 650–970 g/mol ali 94–96 ut.% trigliceridov. Molekulska masa glicerolnega dela (C_3H_5) pa je vsega 41 g/mol ali 4–6 %. Maščobne kisline predstavljajo tudi reaktivni del trigliceridov. Poznavanje sestave maščobnih kislin je zelo pomembno za ocenjevanje primernosti posameznih maščob v higieni prehrane. Po priporočilih Svetovne zdravstvene organizacije naj bi maščobe zavzemale manj kot 30 % energetske vrednosti obrokov (izjemoma do 35 % pri zdravih, telesno aktivnih in normalno težkih osebah). Priporočen delež nasičenih maščobnih kislin je nižji od 10 % (vključujoč delež trans nenasičenih m. k.), delež polinenasičenih maščobnih kislin v obsegu 3–7 %, ostali priporočeni energetski delež lipidov v obroku naj bi zapolnjevale mononenasičene maščobne kisline (m. k.). Priporočeno razmerje med deležem omega-3 m. k. in omega-6 m. k. je 1:5 do 1:10. (Pokorn, 1995; Pokorn, 2005)



Slika 3: Zgradba molekule triacilglicerida. (Vir: Devetak, 2016)

2.2.1 Esencialne maščobne kisline

Esencialne maščobne kisline ali njihovi derivati so tiste maščobne kisline, ki jih telo samo ne more sintetizirati in jih moramo vnesti v organizem s hrano. Esencialne maščobne kisline delimo na tri velike skupine: omega-3, omega-6 in omega-9 maščobne kisline. Zlasti pomembne za organizem so esencialne maščobne kisline omega-3 in omega-6. (Hlastan, 2002)

Družina omega-3 in omega-6 nenasičenih maščobnih kislin ima prvo dvojno vez med 3 in 4 ogljikovim (C) atomom (omega-3 m. k.) oziroma med 6 in 7 ogljikovim (C) atomom (omega-6 m. k.) gledano s strani metilnega dela molekule. (Hlastan, 2002)

Obe vrsti esencialnih maščobnih kislin (omega-3 in omega-6) sta potrebni za izgradnjo in normalno funkcioniranje celičnih membran. Če jih primanjkuje, se v membrane vgrajujejo druge maščobne kisline, posledica tega pa je, da se spremenijo lastnosti celičnih membran. Vnos omega-3 in omega-6 nenasičenih maščobnih kislin je bistvenega pomena za normalno funkcijo ledvic, rast in razvoj ter plodnost. (Hlastan, 2002)

Številne raziskave so pokazale, da je uživanje hrane bogate z dolgoveržnimi omega-3 maščobnimi kislinami, dokozaheksaenojske in eikozapentaenojske maščobne kisline, povezan z znižanjem rizika za koronarne bolezni in za povečan krvni tlak ter obolevnosti za rakom. Esencialne maščobne kisline so nujne za normalno delovanje imunskega sistema, zato njihovo pomanjkanje poveča možnosti okužbe in vnetne procese. (Hlastan, 2002)

Zlasti pomembne so omega-3 maščobne kisline, katerih derivata, kot sta EPA in DHA, lahko sintetizira le organizem (morske živali), derivate omega-6 maščobnih kislin pa lahko dobimo tudi s hrano. omega-3 maščobne kisline in njeni derivati so zelo pomembni tudi za razvoj, strukturo in funkcijo živčnega sistema in očesne mrežnice ter pri zniževanju lipidov (holesterol in trigliceridi) v krvi. (Hlastan, 2002)

Omega-3 maščobne kisline, na katerih bazirajo epidemiološke študije (zlasti EPA in DHA), se nahajajo predvsem v mesu plavih rib (v ribjih oljih). Najbogatejši vir so skuše, sardele, tuna, losos, slanik, jezerska postrv in atlantski jeseter. V rastlinah omega-3 maščobne kisline (linolenska kislina) zasledimo v jedrcih in semenih lana, orehov, lešnikov, mandljev in oljne ogrščice ter posledično v pripadajočih oljih (laneno, orehovo, ogrščico olje). Slaba stran omega-3 maščobnih kislin je zlasti visoka nestabilnost ter podvrženost termo-oksidativnim in hidrolitičnim procesom razgradnje. (Hlastan, 2002)

Najpomembnejši predstavnici omega-6 esencialnih maščobnih kislin sta linolna in arahidonska kislina. Vir omega-6 maščobnih kislin so predvsem sojino in koruzno olje ter razni oreščki in semena. (Hlastan, 2002)

Priporočljiv energijski delež večkrat nenasičenih maščobnih kislin je od 3% do 7% in je osnovan glede na potrebe po esencialnih maščobnih kislinah. Prevelik vnos večkrat nenasičenih maščob (več kot 7%) pa povzroča povečano tvorbo škodljivih peroksidov maščob. Razmerje med omega 3 in omega 6 maščobnimi kislinami v prehrani naj bi bilo med 1:5 in 1:10. (Hlastan, 2002)

Tabela 1: Vsebnost maščobnih kislin v nekaterih rastlinskih oljih. (Orsavova, 2015)

Olje	nasičene maščobne kisline (%)	mononenas. maščobne kisline (%)	polinenas. maščobne kisline (%)	n-3 polinenas. maščobne kisline (%)	n-6 polinenas. maščobne kisline (%)
sončnično olje	9.4	28.3	62.4	0.2	62.2
osato olje	9.3	11.6	79.1	0.2	79.0
olivno olje	19.4	68.2	18.2	1.6	16.4
sezamovo olje	16.9	42.0	41.2	0.2	40.9
ogrščično olje	6.3	72.8	20.9	1.2	19.6
konopljino olje	9.2	28.1	62.8	0.4	62.4
bučno olje	19.6	26.1	54.3	0.1	54.2
arašidovo olje	10.7	71.1	18.2	0.0	18.2
olje pšeničnih kalčkov	18.2	20.9	61.0	1.2	59.7
lešnikovo olje	9.3	67.9	22.8	0.0	22.8
olje grozdnih pečk	10.4	14.8	74.9	0.2	74.7
kokosovo olje	92.1	6.2	1.6	0.0	1.6
riževo olje	22.5	44.0	33.6	0.5	33.1

2.3 Negliceridne komponente v maščobah

Naravne maščobe vsebujejo običajno od 1 do 2 % negliceridnih sestavin. Izjema so posamezna rastlinska olja (bombažovo olje ali sojino olje), kjer je lahko delež negliceridnih sestavin tudi do 3,5 %. Nekatere negliceridne sestavine (tokoferoli, steroli, fosfatidi) se nahajajo v vseh rastlinskih oljih in masteh, pri čemer se spreminja samo njihov delež, nekatere pa so karakteristične za posamezna olja in masti (vitamin A in D v olju ribjih jeter in maslu, sezamol v sezamovem olju ...). (Martinčič, 2002)

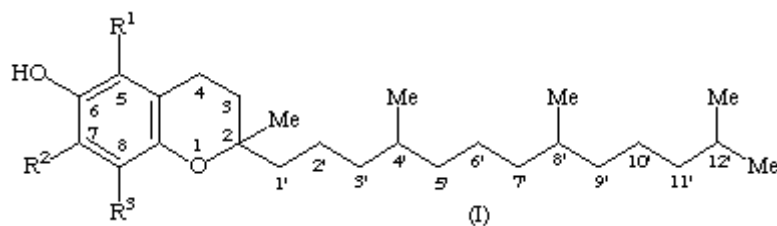
Nekatere negliceridne komponente dajejo oljem, v katerih se nahajajo, tudi specifične karakteristike, takšna sestavina je npr. gosipol, ki daje bombaževčevemu olju temno rjavo barvo. Posamezne negliceridne sestavine, kot v maščobah topni vitamini in karoten, so v oljih zelo zaželeni, določene (steroli) so nevtralne, nekatere pa znižujejo kvaliteto olja in masti in jih je potrebno med rafinerijskimi procesi v celoti odstraniti (sledovi kovin, voski ...). (Martinčič, 2002)

2.3.1 Vitamini

Večjo in zelo pomembno skupino negliceridnih sestavin maščob predstavljajo v maščobah topni vitamini A, D, E in K. Nekatere maščobe imajo zaradi vsebnosti teh vitaminov posebno mesto v higieni prehrane (maslo zaradi vsebnosti vitamina A in D, olje pšeničnih kalčkov, olje koruznih kalčkov, sončnično olje in bučno olje zaradi vsebnosti vitamina E). Posamezna olja se celo koristijo kot osnovna surovina (izvor) za proizvodnjo posameznih vitaminov. V ta namen se koristijo predvsem olja jeter nekaterih morskih rib, ki so izjemno bogata z vitamini A in D. (Martinčič, 2002)

2.3.1.1 Tokoferoli - Vitamin E

Tokoferoli so zelo pomembna skupina kemijskih spojin, ki se, kot negliceridne komponente, pojavljajo praktično v vseh naravnih oljih in masteh. Tokoferoli so najpomembnejši, v maščobah prisotni, antioksidanti. Antioksidacijska aktivnost je povezana s prisotnostjo proste hidroksilne skupine (OH^-). Poleg antioksidacijske imajo tokoferoli v organizmu tudi zelo pomembno biološko aktivnost, zato so jih poimenovali tudi kot vitamin E. (Matijašević, 1980) V rastlinskih oljih lahko ločimo štiri izomere tokoferolov: α -, β -, γ - in δ - tokoferol. Po kemijski strukturi so tokoferoli visokomolekularni ciklični alkoholi, metil derivati tokola, ki imajo sledečo strukturno formulo:



Slika 4: Strukturna formula tokoferolov s poimenovanjem. (Vir: Chemistry of Vitamin E, 2016)

Že leta 1922 sta Evans in Bishop odkrila, da ima ta skupina spojin zelo pomembne funkcije v organizmu. Odkrito je bilo, da pomankanje tokoferolov povzroča distrofijo mišic, zmanjšanje plodnosti (od tod izvira tudi poimenovanje skupine), zmanjšanje odpornosti proti hemolizi, pojavu anemije, motenj v živčnem sistemu itd. Zelo dolgo je veljalo prepričanje, da imajo vsi tokoferoli enako delovanje, zato jih niso ločevali glede na vpliv na delovanje organizma.

Novije raziskave pa so pokazale, da ima najboljše vitaminsko delovanje α - tokoferol, kateri je tudi dobil naziv vitamin E. (Matijaševič, 1980)

Tokoferoli imajo zelo dobro antioksidacijsko delovanje. Tako kot ostale kemijske spojine iz skupine antioksidantov preprečujejo autooksidacijo maščob – vezavo kisika iz zraka na nenasičene vezi (ki so reaktivne) v verigi maščobne kisline. Najboljše antioksidacijsko delovanje ima δ -in nato γ -tokoferol iz česar sledi, da imajo olja in masti, ki vsebujejo δ - in γ -tokoferole zelo dobro stabilnost in se lahko dlje časa varujejo pred oksidacijo. Kot primer lahko navedemo olje koruznih kalčkov. To olje ima visok delež skupnih tokoferolov, od katerih jih je največ v formi γ -tokoferolov, zato ima to olje kljub visokemu deležu nenasičenih maščobnih kislin zelo dobro stabilnost. (Matijaševič, 1980)

Tabela 2: Izomere tokoferolov. (Matijaševič, 1980)

Trivialno ime	Kemijski naziv	R ₁	R ₂	R ₃
α - tokoferol	5,7,8 - trimetiltokol	CH ₃	CH ₃	CH ₃
β - tokoferol	5,8 - dimetiltokol	CH ₃	H	CH ₃
γ - tokoferol	7,8 - dimetiltokol	H	CH ₃	CH ₃
δ - tokoferol	8 - metiltokol	H	H	CH ₃

Tabela 3: Biološka aktivnost in antioksidacijsko delovanje pomembnejših tokoferolov. (Matijaševič, 1980)

	Biološka aktivnost	Antioksidacijsko delovanje
α - tokoferol	100	100
β - tokoferol	33	110
γ - tokoferol	1	160
δ - tokoferol	1	170

Za razliko od ostalih tokoferolov deluje α -tokoferol kot antioksidant tudi »in vivo«. V organizmu regulira oksidacijsko-redukcijske procese ter s tem ščiti nenasičene maščobne kisline pred oksidacijo. Na tej lastnosti najverjetneje tudi bazira njegovo vitaminsko delovanje. (Matijaševič, 1980)

Vsebnost tokoferolov je znatno višja v rastlinskih oljih kot v živalskih maščobah; v ribjih oljih tokoferoli niso najdeni. V tabeli je podana vsebnost skupnih in posameznih tokoferolov v rastlinskih oljih, ki se najpogosteje uporabljajo v prehrani. (Matijaševič, 1980)

Tabela 4: Vsebnost skupnih in posameznih tokoferolov v nekaterih rastlinskih oljih in masteh. (Wiley, 1979)

Olje ali mast	Tokoferoli Skupno (ppm)	% od skupnih tokoferolov			
		α -T	β -T	γ -T	δ -T
Arašidovo olje	330	51	1	44	4
Bombaževno olje	830 – 900	41	sled	58	1
Bučno olje	750 – 860	-	-	-	-
Gorčično olje	320	26,8	-	55	18,2
Kokosovo maslo	200	5	-	85	10
Kokosovo olje	30 – 80	-	89	-	11
Koruzno olje	870 – 2500	16	2	79	3
Laneno olje	200	38,8	-	30,6	30,6
Ogrščično olje	690	35	-	63	2
Olje ameriškega oreha (hikori)	420	48	-	52	-
Olje jeter polenovke	260	-	-	-	-
Olje palminih koščic	3	-	-	-	-
Olje pšeničnih kalčkov	1800 – 4500	64	27	-	-
Olje rožnatega sleza	740	42	-	58	-
Oljčno olje	100	93	-	7	-
Osatno olje	410	83	-	-	17
Palmino olje	360 - 560	30	sled	-	-
Ricinusovo olje	500	-	-	-	-
Riževno olje	388	84	-	16	-
Sezamovo olje	640	37,6	-	37,6	24,8
Sojino olje	900 - 1400	10	3	63	24
Sončnično olje	630 - 700	96	2	2	-

2.3.2 Steroli

Steroli (sterol gr. trd alkohol) so kristalinični, nevtralni, neumljivi alkoholi z visokimi točkami tališča in lastnostmi podobnimi holesterolu. Prisotni so v vseh oljih in masteh, pri čemer njihov delež variira v zelo širokem spektru od 0,03-1,0 %. (Martinčič, 2002)

Steroli v rastlinskih oljih so mešanice sterolov, ki se imenujejo fitosteroli. Dva izmed najpogostejših fitosterolov sta β -sitosterol, $C_{29}H_{50}O$ in stigmasterol, $C_{29}H_{48}O$. Prvi je zelo razširjen in je osnovni sterol bombaževega olja, drugi je osnoven sterol sojinega olja. (Martinčič, 2002)

2.3.3 Fosfatidi

Fosfatidi (fosfolipidi, fosfogliceridi) so najpogostejše negliceridne komponente rastlinskih in živalskih maščob, kjer je njihov delež od 0,1 do 3,5 %. V povezavi z mastmi in olji so prisotni v številnih rastlinskih in živalskih tkivih (možgani, jetra, srce, ledvice ...). Rastlinska olja, posebno sojino, ki vsebuje tudi do 3,5 % fosfatidov, so tudi izvor za njihovo pridobivanje. Fosfatidi rastlinskih olj – pogosteje imenovani kar »lecitin« – imajo kot dobri emulgatorji veliko uporabnost, zlasti v živilski industriji (konditorska, pekarska, proizvodnja margarin ipd.). Poimenovanje »lecitin« je prevzeto poimenovanje za rastlinske fosfatide, čeprav niso čisti lecitin, ampak vsebujejo tri fosfatide: lecitin, kefalin in inozitol. (Martinčič, 2002)

2.4 Pomen maščob v prehrani

Maščobe imajo v prehrani človeka zelo pomembno vlogo. Zaradi njihove hranilne, energijske, gastronomsko-kulinarične in dieto-profilaktične vrednosti predstavljajo v higieni prehrane, če ne poglavitno, pa vsaj eno od najpomembnejših poglavij vrednotenja prehranske vrednosti živil. Maščobe med drugim: vsebujejo življenjsko pomembne vitamine, povečujejo energijsko gostoto hrane (kJ/ml), vplivajo na absorpcijo v maščobah topnih vitaminov, izboljšujejo okus hrane, povečujejo nasitno vrednost hrane in so pomembne rezerve hrane v organizmu. (Pokorn, 2002)

V svetu je že dlje časa opažen izrazit trend naraščanja umrljivosti zaradi tako imenovanih civilizacijskih bolezni. Med najpomembnejšimi dejavniki tveganja za nastanek civilizacijskih bolezni je nedvomno neustrezna prehrana. V Sloveniji pokrivajo maščobe že nad 42% energijske vrednosti dnevnega zaužitega obroka hrane. Povečana količina maščob v dnevni prehrani je lahko dejavnik tveganja pri nastanku bolezni srca in ožilja, raka (na pljučih, debelem črevesu, dojkah, prostati, endometriju, trebušni slinavki), artritisa, povišanega krvnega tlaka, sladkorne bolezni, žolčnih kamnov in debelosti. (Pokorn, 2002)

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO), evropska (European Food Safety Authority) in ameriška (US Department of Agriculture) združenja ter nadzorni organi periodično izdajajo priporočila in sugestije, v katerih opozarjajo na pretirano porabo maščob, kakor tudi na neustrezno kakovost le-teh. Po priporočilih Svetovne zdravstvene organizacije naj bi maščobe zavzemale manj kot 30 % energetske vrednosti obrokov (izjemoma do 35 % pri zdravih, telesno aktivnih in normalno težkih osebah). Priporočen delež nasičenih maščobnih kislin je nižji od 10 % (vključujoč delež trans nenasičenih m. k.), delež polinenasičenih maščobnih kislin v obsegu 3–7 %, ostali priporočeni energetski delež lipidov v obroku naj bi zapolnjevale mononenasičene maščobne kisline (m. k.). Priporočeno razmerje med deležem omega-3 m. k. in omega-6 m. k. je 1:5 do 1:10. (Pokorn, 1995; Pokorn, 2005)

2.5 Konoplja

2.5.1 Zgodovina konoplje

Najstarejša najdišča izdelkov, ki so vsebovali vsaj malo konoplje izvirajo iz Kitajske pred skoraj 12000 leti. Indijci so konopljo uporabljali predvsem za zdravljenje nekaterih bolezni (driska, epilepsija ...). V Afriki pa so konopljo uporabljali za druge namene. Egipčani so jo zaradi njenih močnih vlaken uporabljali za izdelavo vrvi. V Evropi smo poznali konopljo kot priljubljeno zdravilo srednjega veka. Konoplja je bila v tistem času ena izmed najbolj priljubljenih rastlin, vendar je v 19. stoletju začela izginjati iz obdelovalnih površin. (Zgodovine konoplje, 2016)



Slika 5: Industrijska konoplja. (Vir: Industrijska konoplja, 2016)

2.5.2 Konopljino olje

Konopljino olje je sestavljeno iz osmih esencialnih aminokislin ter iz maščobnih kislin. Olje vsebuje približno 80 % esencialnih maščobnih kislin. Od tega 55 % linolne kisline ali omega-6 kisline, 22 % alfa linolenske kisline ali omega 3 kisline ter 1-4% gama linolenske kisline, ki je pomembna za imunsko odpornost in zdravljenje kožnih bolezni. (Konopljino olje in njegovi pozitivni učinki, 2016)

Konopljino olje je rahlo zeleno obarvano in ima okus pa oreščkih. Ima visoko biološko in prehransko vrednost. Je bogat vir esencialnih maščobnih kislin, saj vsebuje ugodno razmerje omega-3 in omega-6 maščobnih kislin. Vsebuje 8 esencialnih aminokislin, veliko vitaminov B kompleksa in vitamin E. Je edino jedilno olje, ki vsebuje gamalinolensko kislino (GLA). (Gea konopljino olje, 2016)

Seme konoplje je bogat vir beljakovin, saj vsebuje kar trikrat več beljakovin kot soja. Konopljino seme je unikatno. Kar 65 odstotkov vseh beljakovin je globulin, ki ga telo porablja pri proizvodnji protiteles, ko se imunski sistem brani pred vdori tujih organizmov. Semena lahko jemo samostojno ali pa kot dodatek pri kuhanju. (Vse, česar še niste vedeli o konoplji, 2016)

Konopljino olje je občutljivo na svetlobo, toploto in zrak, zato ga dobro zaprtega shranjujemo v hladnem, temnem prostoru, najbolje v hladilniku. Upoštevati je potrebno rok uporabe, prav tako je priporočljivo, da po odprtju olje porabimo v roku od 1 do 3 mesecev. Olje lahko tudi zamrznemo in ohranilo bo vse svoje lastnosti. (Konopljino olje in njegovi pozitivni učinki, 2016)



Slika 6: Konopljino olje. (Vir: Konopljino olje, 2016)

2.5.3 Uporaba

Konopljino olje je na splošno uporabno lahko v veliko namenov. Uporabljamo ga lahko v prehranske namene, prav tako pa tudi v zdravstvene namene zaradi njegove sestave. Priporočljivo naj bi bilo, da konopljino olje uživamo po dve žlički zjutraj na tešče. V prehranske namene ga lahko uporabljamo samo kot dodatek k različnim jedem, saj ga ne smemo prekuhavati, ker je proizvedeno po postopku hladnega stiskanja. (Konopljino olje in njegovi pozitivni učinki, 2016)



Slika 7: Kruh iz konopljine moke. (Domač kruh iz konopljine moke in semen, 2016)

Takšen kruh vsebuje 20 % konopljine moke ter 80 % navadne moke. Razlog, da je v kruhu manjši procent konopljine moke, je praktične narave, saj bi v primeru, da bi kruh vseboval samo konopljino moko, ne bil podoben kruhu, kakršnega smo navajeni. (Domač kruh iz konopljine moke in semen, 2016)

Konoplja vsebuje ogromno beljakovin ter zdravih maščob, zato je takšen kruh bolj zdrav kot navadni beli. Konopljina moka na primer vsebuje daleč največ vlaknin od vseh vrst moke. Semena pa poleg vitamina E, ki je odličen antioksidant, vsebujejo tudi klorofil. (Domač kruh iz konopljine moke in semen, 2016)

2.5.4 Vrste konoplje

Poznamo več vrst konoplje:

- navadna ali industrijska konoplja (*Cannabis sativa*),
- indijska konoplja (*Cannabis indica*),
- ruderalna konoplja (*Cannabis ruderalis*). (Navadna konoplja, 2016)

2.5.5 Zanimivosti

- Na Kitajskem so bile do leta 1850 vse ladje opremljene z vrvmi in jadri, narejenimi iz konoplje.
- Nekdanja skupna država je pridelovala kar 25 odstotkov vse konoplje v Evropi. Leta 1946 je bilo kar 150 tisoč hektarjev zemlje prekritih s konopljo.
- Slovenski tolar (denar, ki smo ga uporabljali po osamosvojitvi) je bil narejen iz konoplje.
- Papir, narejen iz konoplje, je veliko bolj kakovosten kot tisti, narejen iz lesa. Poleg tega iz konoplje na isti površini pridobimo kar štirikrat več papirja.
- Za vzgajanje konoplje, v nasprotju z vzgajanjem bombaža, ne potrebujemo nobenih pesticidov.
- Zgodovina uporabe konoplje v medicinske namene sega v leto 2737 pr. n. š. Uporaba konoplje v medicinske namene v Sloveniji trenutno ni dovoljena.
- Obstaja okoli 25 tisoč različnih vrst izdelkov iz konoplje. (Vse, česar še niste vedeli o konoplji, 2016)

2.6 Določanje kakovosti konopljinoga olja

Za določanje kvalitete jedilnih olj obstaja več parametrov, ki se konstantno uporabljajo pri testiranju in imajo tudi zakonsko določena merila. Najpogosteje se za določanje kvalitete olj uporablja organoleptično vrednotenje, kislinska stopnja in peroksidno število. Pri kemijskih analizah pa lahko določimo še jodovo število in število tiobarbiturne kisline, s čimer prikažemo žarkost maščob. (Analize maščob, 2008)

Kakovostni parametri za jedilna nerafinirana in jedilna hladno stiskana rastlinska olja:

»Jedilna nerafinirana in jedilna hladno stiskana rastlinska olja morajo glede kakovosti izpolnjevati naslednje pogoje, in sicer da:

- imajo značilno barvo;
- sta okus in vonj prijetna in značilna za to olje, brez tujega in žarkega vonja in okusa;
- vsebujejo največ 3 % prostih maščobnih kislin (kot oleinska);
- znaša peroksidno število največ 10 mmol O₂/kg olja;
- ne vsebuje več kot 0,05 % nečistoč;
- vsebujejo največ 0,4 % vlage in hlapnih snovi;
- hladno stiskana jedilna olja ne smejo vsebovati več kot 0,15 mg/kg stigmastadienov.«

(Pravilnik o kakovosti jedilnih ..., 2003)

3 EKSPERIMENTALNI DEL RAZISKOVALNE NALOGE

3.1 Določitev prisotnosti olja v semenu konoplje

3.1.1 Ekstrakcija

S tem eksperimentom sem hotel dokazati, da se v konopljinih semenih nahaja olje. Ker me je zanimalo, ali je kakšna razlika, če uporabim neoluščena ali oluščena semena, sem uporabil oboja. Najprej sem v terilnici strl semena oluščene konoplje, jih dal v epruveto in prelil s petroletrom, ki sem ga uporabil kot topilo. Počakal sem nekaj trenutkov, da je topilo raztopilo maščobo. Nato sem na levo polovico rjavega papirja s kapalko kanil raztopino, ki je nastala. Na desno polovico sem kanil samo petroleter in opazoval. Poskus sem ponovil po istem postopku in tokrat uporabil neoluščena konopljina semena.



Slika 8: Tehtanje konopljinih semen. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

3.2 Proizvodnja konopljinega olja

Pri lokalnem proizvajalcu olj sem si ogledal proizvodnjo konopljinega olja. Ogledal sem si napravo za stiskanje, s katero sem nato proizvedel svoj vzorec konopljinega olja. Vzorec sem pustil sedem dni, da je nastala usedlina, nato pa sem olje odlil.

Pri delu sem uporabil semena industrijske konoplje *Canabis sativa*.

3.2.1 Domača stiskalnica semen

Stiskalnica semen je sestavljena iz elektromotorja, ki poganja vrteči polž, ki potiska semena v valju preko drobnega cilindra z zarezo. Na zadnjem delu cilindra je odprtina, v katero je vpet navojni del z manjšo odprtino. Olje se pod pritiskom, ki ga ustvarja vrtenje polža, izceja skozi odprtino na spodnjem delu valja, medtem ko suha konopljina pogača izhaja iz odprtine na vpetem delu prednjega dela stiskalnice. Konopljino seme vsipamo v lijak na zgornjem delu stiskalnice, da nato seme počasi polzi na rotirajoči polž. Hitrost vrtenja polža lahko reguliramo z reduktorjem, ki je ob elektromotorju.



Slika 9: Domača stiskalnica semen. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

3.2.2 Stiskanje konopljinih semen

Pred začetkom dela s stiskalnico sem pod cilindrom prižgal svečo, da olje hitreje steče iz semen in da se stiskalnica ne zabije. V kolikor se stiskalnica zabije, je potrebno stiskalnico razstaviti in očistiti cilinder. Nato sem vsipal v lijak seme industrijske konoplje *Canabis sativa* in počakal, da je stiskalnica začela iztiskati olje. Olje je iztekalo na spodnjem delu stiskalnice, pogača pa je v obliki »črvov« izstopala na prednjem delu stiskalnice.



Slika 10: Stiskanje konopljinih semen. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)



Slika 11: Konopljino olje kot produkt stiskanja semen. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)



Slika 12: Konopljina pogača. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

Za proizvodnjo 750 ml konopljinega olja sem potreboval 2300 g konopljinih semen. Olje, ki se izcedi iz stiskalnice, vsebuje tudi majhne delce zdrobljenega semena in drugih nečistoč, zato je potrebno po stiskanju izvesti fizikalni postopek dekantiranja olja. V fazi dekantiranja sem določil približno 23 % sedimentirane faze, ki jo je bilo potrebno zavreči.



Slika 13: Olje z usedlino. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

3.2.3 Proučevanje fizikalno kemijskih parametrov proizvedenega konopljinca olja in drugih tržno dostopnih hladno stiskanih olj

Z namenom ugotoviti primernost uporabe konopljinca olja v prehrani sem z lastnim eksperimentalnim delom in izvedbo kompleksnejših analiz ob pomoči podjetja Vitiva d.o.o. Markovci in Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano Maribor pridobil podatke o fizikalno kemijskih ter organoleptičnih lastnostih hladno stiskanega konopljinca olja.

Najprej sem s titracijskimi metodami proučeval vsebnost prostih maščobnih kislin v olju, ki opredeljujejo zgodovino proizvodnje, sušenja in skladiščenja konopljinca semen. V nadaljevanju sem laboratorijsko delo razširil z določitvijo peroksidnega števila, ki opredeljuje stopnjo kemijske razgradnje maščob in primernosti olj za prehrano.

Analize sem izvajal na konopljinem olju lastne proizvodnje, nato pa rezultate primerjal z analizami štirih (4) na trgovskih policah dostopnih hladno stiskanih konopljinca olj.

Analizni vzorci:

1. Hladno stiskano konopljino olje lastne proizvodnje
2. Hladno stiskano konopljino olje, proizvajalec Oljarna Kolarič Jurovski dol
3. Hladno stiskano konopljino olje, proizvajalec Tovarna olja Gea d.d. Slov. Bistrica
4. BIO hladno stiskano konopljino olje Oljarna Fram, Fram
5. Hladno stiskano konopljino olje Sun&Seed



Slika 14: Vzorci konopljinih olj. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

Primerjalno so bile izvedene analize še na rafiniranem rastlinskem olju Zvezda, proizvajalec Tovarna olja GEA d.d. Slov. Bistrica.

Zaradi izredno zanimivih rezultatov pri določevanju peroksidnega števila sem proučevanje oksidacijske stabilnosti razširil in poleg analiz osnovnih (svežih) vzorcev ponovil merjenje peroksidnega števila še na istih vzorcih a po 7 dneh skladiščenja na svetlobi.

Ker se konopljino olje uporablja v prehrani, sem na vzorcih izvedel tudi organoleptično analizo barve, vonja in okusa posameznih vzorcev.

V podjetju Vitiva d.o.o. so naredili osnovne fizikalno kemijske analize vzorcev vključno z metodo določevanja oksidativne stabilnosti konopljinih olj z Rancimatom (naprava, kjer se seriji vzorcev pri vzdrževani povišani temperaturi 80°C istočasno vpihuje kisik in meri razgradnje produkte) in merjenje vsebnosti posameznih tokoferolov.

V Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano pa so določili sestavo maščobnih kislin v proizvedenem konopljinem olju, s čimer sem dobil osnovo za proučitev zdravstvenih lastnosti konopljinega olja, ki ga članki in strokovnjaki povezujejo predvsem s posebno sestavo esencialnih maščobnih kislin, prisotnih v konopljinem olju.

3.3 Analizne metode

Analize so se izvajale na osnovi uporabe uradnih metod AOCS (American Oil Chemist Society) in ISO standardov.

3.3.1 Določanje peroksidnega števila po Wheelerju

Peroksidno število opredeljuje stopnjo oksidacije maščobe.

Peroksidno število sem določil šestim različnim oljem. Pripravil sem si 6 erlenmajeric in v vsako odtehtal natanko 1 g olja. Maso vzorca sem si zabeležil v tabelo. Dodal sem 10 ml zmesi led očetne kisline in kloroforma (v razmerju 3 : 2), premešal in takoj, ko je bilo olje enakomerno stopljeno, sem s pipeto dodal 0,2 ml raztopine kalijevega jodida. Nato sem točno eno minuto stresal, razredčil z 20 ml vode, dodal 0,5 ml 1 % raztopine škroba in takoj titriral z 0,01 M raztopino natrijevega tiosulfata do razbarvanja. Iz birete sem odčital porabo raztopine natrijevega tiosulfata in s pomočjo enačbe izračunal peroksidno število vzorca. Na analogni način sem opravil tudi slepi poskus z reagenti, samo brez olja.

Po enakem postopku sem poskus ponovil sedem dni kasneje. Najprej sem titriral olja, ki so bila shranjena v steklenicah, v temnem prostoru.

Poskus sem ponovil z vzorci olj, ki so bili sedem dni izpostavljeni svetlobi in toploti, pustil sem jih v odprtih čašah.

Peroksidno število = $((a - b) \cdot 5) / c \cdot f$

a = ml 0,01 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ v glavnem poskusu

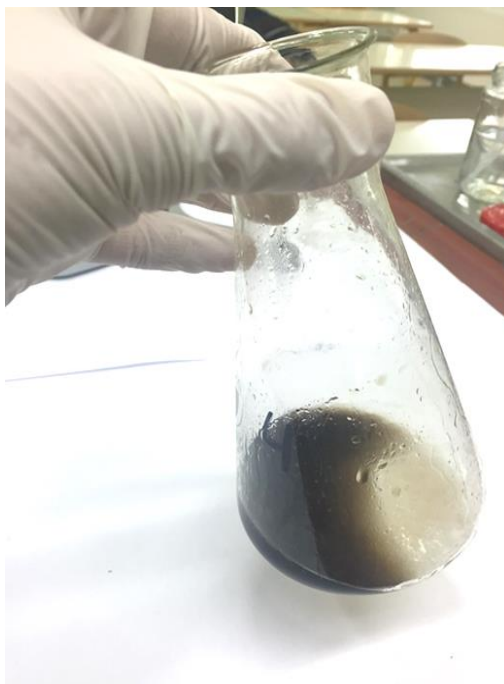
b = ml 0,01 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ v slepem poskusu

c = masa vzorca (g)

Ker se zmes brez olja v slepem poskusu ni obarvala, nisem potreboval nič natrijevega tiosulfata za razbarvanje, zato je bil v mojem poskusu b vedno 0.



Slika 15: Vzorec olja s škrobom pred titracijo. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)



Slika 16: Vzorec olja s škrobom med titracijo. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)



Slika 17: Vzorec olja s škrobom po razbarvanju. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

3.3.2 Določanje prostih maščobnih kislin

Vsebnost prostih maščobnih kislin opredeljuje stopnjo razpada trigliceridov. Rezultati nam nakazujejo zgodovino zorenja, pobiranja, sušenja in skladiščenja semena. Kemijski proces razpada trigliceridov je posledica hidrolize maščob ob prisotnosti kisika, ki se večinoma dogaja še v semenu. Po stiskanju semen se vsebnost prostih maščobnih kislin ob skladiščenju olja pri normalnih pogojih bistveno ne spreminja. (Analize maščob, 2007)

Čim več je prostih maščobnih kislin, tem bolj je maščoba v semenu hidrolizirala, kar je lahko posledica slabe letine, slabega sušenja ali skladiščenja semen. (Analize maščob, 2007)

Količino prostih maščobnih kislin v olju lahko izrazimo kot kislinsko število, kislinsko stopnjo ali odstotek oleinske kisline. Kislinsko število pove, koliko mg kalijevega hidroksida je potrebno za nevtralizacijo prostih maščobnih kislin v 1 g olja ali masti. Kislinska stopnja predstavlja število mililitrov 1 molarne raztopine bazičnega hidroksida, ki je potrebno za nevtralizacijo prostih maščobnih kislin v 100 g olja. Dovoljena je kislinska stopnja do 3. Torej čim nižja je vrednost kislinske stopnje (KS), kvalitetnejše je olje. Odstotek oleinske (lavrinske, ricinolne ali palmitinske) kisline pove vsebnost (v utežnih %) ene od teh kislin v preiskovani maščobi. (Analize maščob, 2007)

Račun:

Kislinska stopnja = $p/z \cdot 10 \cdot f$ NaoH

Kislinsko število = $p/z \cdot 10 \cdot 0.561 \cdot f$ NaoH

% oleinske kisline = $p/z \cdot 10 \cdot 0.2823 \cdot f$ NaoH

p = poraba 0:1M NaoH

z = masa olja

3.3.3 Določanje organoleptičnih lastnosti

Konopljinemu olju določimo barvo, vonj, okus in bistrost. Barva olja mora biti temno zelena. Pri proizvajalcih oljih se odtenek barve lahko razlikuje. Vonj najlažje določimo, če si olje razmažemo med prsti. Vonj mora biti nevtralen oziroma prijeten. Tudi okus mora biti nevtralen ali značilen za določeno olje. (Analize maščob, 2007)

Pripravil sem si pet vzorcev konopljinega olja, da jim določim vonj, barvo in okus. Za določanje barve konopljinemu olju sem uporabil pet epruvet, v katere sem do polovice nalil olja različnih proizvajalcev. Za določitev vonja sem si olja nalil v čaše, pomešal, povonjal in določil vonj. Okus olja sem določal tako, da sem na žlico kanil nekaj olja, ga poskusil in določil okus. Vse ugotovitve sem zapisal v razpredelnico.

3.3.4 Določitev vsebnosti in sestave tokoferolov

Določitev vsebnosti in sestave tokoferolov (Vitiva d.o.o. Markovci) je bila izvedena po interni kontrolni metodi KM005 z uporabo tehnike normalne fazne tekočinske kromatografije na osnovi AOCS uradne metode Ce8-89 s HP serijo kromatografa 1050 (Hewlett Packard, Avondale, PA). Izbrana je bila Silica kolona za normalne faze (Altima Silica 5U, notranji premer 250 mm x 4,6 mm, velikost delcev 5 μ m, Alltech, Deerfield, IL). Mobilna faza, n-hexane/izopropil alkohol (99,5/0,5 utežno razmerje), se je dozirala pri pretoku 1,5 ml/min, ustrezno glede na pritisk kolone P=50 bar. Za detekcijo se je uporabljal HP-1100 fluorescenčni detektor z indukcijo in oddajanjem pri 290 nm oziroma 320 nm.

3.3.5 Oksidacijska stabilnost

Oksidacijska stabilnost (Vitiva d.o.o. Markovci) se je določevala z Rancimatno metodo pri 80°C na aparaturi Metrohm 743 Rancimat po kontrolni metodi NDL 0021.

3.3.6 Maščobno – kislinska sestava trigliceridov (Nacionalni inštitut za varovanje zdravja)

Estrenje/metiliranje vzorcev je bilo izvedeno po metodi AOCS Ce 2-66. Analiza sestave maščobnih kislin se je nato izvajala skladno z metodo AOCS Ce 1e-91.

3.4 Anketiranje

Izdelal sem tudi anketo s petimi vprašanji. Anketiral sem 18 polnoletnih oseb. Po anketi sem naredil tudi analizo odgovorov.

3.5 Postopek povzemanja stališč in spoznanj drugih avtorjev

S pomočjo literature, ki sem jo dobil iz knjižnice, računalnika in interneta sem poiskal podatke o konopljinem olju, njegovi sestavi, lastnostih ter uporabi. Posebej me je zanimal postopek izdelave konopljinega olja.

3.6 Metoda intervjuja

Pripravil sem vprašanja in odšel k lokalnemu proizvajalcu hladno stiskanih olj, ki mi je na vprašanja tudi odgovoril. Z drugimi vprašanji sem odšel tudi k vodji šolske prehrane ter h gospe Sonji Mok, ki je predavateljica o zdravem življenju v zdravstvenem domu. Obe sta mi odgovorili na zastavljena vprašanja.

3.7 Rezultati

3.7.1 Ekstrakcija

Z ekstrakcijo sem dokazal, da se v konopljinih semenih nahaja olje. Ko sem na desno stran rjavega papirja kapnil le topilo, je to izhlapelo že po nekaj sekundah. Madeža ni bilo. Ko pa sem na levo stran rjavega papirja kapnil raztopino topila in olja, pa je ostal madež, ki je dokazal, da se v semenih nahaja olje. Enak poskus sem izvedel še z oluščenimi konopljinimi semeni. Ugotovil sem, da je bil mastni madež, ki je ostal na papirju od oluščenih semen, manjši kot pri vzorcu iz neoluščenih semenih.



Slika 18: Madež konopljininega olja na papirju po ekstrakciji. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

3.7.2 Proizvodnja konopljininega olja

Tabela 5: Masna bilanca.

Masa konopljininega semena	2300 g
Volumen konopljininega olja z nečistočami	750 ml
Masa konopljinine pogače	1610 g
Volumen dekantiranega konopljininega olja	575 ml

Iz 2300 gramov suhega semena industrijske konoplje sem proizvedel 575 ml konopljininega olja, primerne za nadaljnjo uporabo v prehranske ali analitične namene.

3.7.3 Kvalitativna analiza fizikalno kemijskih parametrov proizvedenega konopljinca olja

3.7.3.1 Sestava maščobnih kislin

Tabela 6: Analiza sestave maščobnih kislin.

Rezultati						
Parameter	Rezultat	Enota	Izraž. kot/na	Metoda, kraj izvedbe	Začetek	Konec
	Opomba					
Sestava maščobnih kislin						
Miristinska kisl. C14:0	<0,1	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Palmitinska kisl. C16:0	6,7	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Palmitoleinska kisl. C16:1	0,1	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Heptadekanojska kisl. C17:0	0,1	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Stearinska kisl. C18:0	3,1	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
C18:1 (vsota)	14,1	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Oleinska kisl. C18:1	13,3	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Vakcenska kisl. C18:1, cis 11	0,8	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Linolna kisl. C18:2	56,3	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
alfa-Linolenska kisl. C18:3	17,3	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
gama-Linolenska kisl. C18:3	0,5	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Eikozanojska kisl. C20:0	0,7	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Stearidonska kisl. C18:4	0,3	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Eikozenojska kisl. C20:1	0,3	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Dokozanojska kisl. C22:0	0,3	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016
Tetrakozanojska kisl. C24:0	0,1	%		ISO 5508: 1990 ^[58] , Mb	07.03.2016	08.03.2016

Iz rezultatov analiz, ki jih je izvedel Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Maribor je razvidno, da proizvedeno konopljino olje vsebuje v tabeli zapisane družine maščobnih kislin.

Tabela 7: Družine maščobnih kislin v proizvedenem olju.

VRSTE MAŠČOBNIH KISLIN	DELEŽ (%)
Nasičene maščobne kisline	11,1
Mononasičene maščobne kisline	14,5
Polinasičene maščobne kisline	74,4
Omega 3 maščobne kisline	17,3
Omega 6 maščobne kisline	56,8
Razmerje omega 3 m. k.:omega 6 m. k.	1:3,3

3.7.3.2 Vsebnost tokoferolov, prostih maščobnih kislin in peroksidno število v proizvedenem hladno stiskanem konopljinem olju

Tabela 8: Rezultat laboratorijske analize proizvedenega konopljinca olja.

	Vrednosti
Kislinsko število	3,6 (mg KOH/g olja)
Proste maščobne kisline	1,8 % oleinske kisline
Peroksidno število	12,7 (m. ekv. O ₂ /kg olja)
Tokoferoli	674 ppm skupnih tokoferolov, od tega: 172 ppm delta tokoferolov 502 ppm gama in beta tokoferolov <100 ppm alfa tokoferolov

3.7.3.3 Vsebnost tokoferolov, prostih maščobnih kislin, peroksidnega števila v proizvedenem hladno stiskanem konopljinem olju in tržno dostopnih vzorcih hladno stiskanih konopljinih olj

Tabela 9: Vsebnost tokoferolov, prostih maščobnih kislin, peroksidnega števila v proizvedenem hladno stiskanem konopljinem olju in tržno dostopnih vzorcih hladno stiskanih konopljinih olj.

Olje	Kislinsko število (mg KOH/g olja)	Proste maščobne kisline (% oleinske kisline)	Peroksidno število (m. ekv. O ₂ /kg olja)	Skupni tokoferoli (ppm)	Rancimat 80°C (indukcijski čas (h))
Konopljino olje (hladno stiskano 14.1.2016)	3,6	1,8	12,7	674	22,5
Oljarna Kolarič (konopljino olje hladno stiskano)	2,2	1,1	5,0	882	23,9
Gea (konopljino olje hladno stiskano)	1,0	0,5	14,4	931	22,8
Oljarna Fram (bio konopljino olje hladno stiskano)	0,9	0,4	10,9	959	25,02
Sun & seed (bio konopljino olje hladno stiskano)	2,9	1,5	10,3	831	26,0
Zvezda (rafinirano rastlinsko olje)	0,2	0,1	3,3	731	61,9

3.7.4 Določanje peroksidnega števila po Wheelerju

Tabela 10: Izračun Wheelerjevega peroksidnega števila iz porabe natrijevega tiosulfata pri titraciji.

Št. vzorca	Olje	1.meritev poraba Na ₂ S ₂ O ₃	1.meritev peroksidno število	2.meritev poraba Na ₂ S ₂ O ₃	2.meritev peroksidno število	3.meritev poraba Na ₂ S ₂ O ₃	3.meritev peroksidno število
1	Konopljino olje (hladno stiskano 14.1.2016)	0,96 ml	4,80	1,40 ml	7,00	8,30 ml	41,50
2	Oljarna Kolarič (konopljino olje hladno stiskano)	0,66 ml	3,30	0,74 ml	3,70	3,86 ml	19,30
3	Gea (konopljino olje hladno stiskano)	0,86 ml	4,30	2,40 ml	11,28	11,28 ml	56,40
4	Oljarna Fram (bio konopljino olje hladno stiskano)	1,56 ml	7,80	2,46 ml	12,50	7,82 ml	39,10
5	Sun & seed (bio konopljino olje hladno stiskano)	0,72 ml	3,60	2,20 ml	11,00	10,50 ml	52,60
6	Zvezda (rafinirano rastlinsko olje)	0,54 ml	2,70	0,65 ml	3,20	3,20 ml	6,00

Ugotovil sem, da je bilo peroksidno število pri vseh vzorcih konopljinca olja v mejah dovoljenega. Najnižje peroksidno število je imelo rafinirano rastlinsko olje, najvišje pa bio konopljino olje iz Frama. Nižja vrednost peroksidnega števila pomeni tudi kakovostnejše olje. Višja vrednost peroksidnega števila pomeni, da je prišlo do večje oksidacije maščob. Predvidevam, da imajo bio konopljina olja višja peroksidna števila, ker imajo dodanih manj antioksidantov in se zaradi tega hitreje kvarijo.

Ko sem poskus ponovil po sedmih dneh, odkar je bilo olje odprto, sem ugotovil, da so se vsem vrstam olj peroksidna števila povečala, izstopala so bio konopljina olja.

Pri oljih, ki sem jih sedem dni pustil v čaši na svetlem in toplem, se je peroksidno zelo povečalo, največja števila so bila pri bio oljih in olju, ki sem ga pridobil sam.

Najmanj je peroksidno število naraščalo rastlinskemu olju.

Tabela 11: Primerjava dobljenega peroksidnega števila pri različnih oljih.

Št. vzorca	Olje	Peroksidno število 19. 2. 2016 (m. ekv. O ₂ /kg olja)	Peroksidno število 26. 6. 2016 (m. ekv. O ₂ /kg olja)	Peroksidno število 26. 2. 2016 po tednu dni na svetlobi (m. ekv. O ₂ /kg olja)	Peroksidno število (določeno v laboratoriju) (m. ekv. O ₂ /kg olja)
1	Konopljino olje (hladno stiskano 14. 1. 2016)	7,00	8,30	41,50	12,7
2	Oljarna Kolarič (konopljino olje hladno stiskano)	3,30	3,86	19,30	5,0
3	Oljarna Gea (konopljino olje hladno stiskano)	4,30	11,28	56,40	10,9
4	Oljarna Fram (bio konopljino olje hladno stiskano)	7,80	7,82	39,10	14,4
5	Sun & seed (bio konopljino olje hladno stiskano)	3,60	10,50	52,60	10,3
6	Zvezda (rafinirano rastlinsko olje)	2,70	3,20	6,00	3,3

Ugotovil sem, da je peroksidno število po prvem merjenju pri vseh vzorcih ostalo v mejah normale, to pomeni pod 10. Najvišje peroksidno število sta imela dva vzorca. To sta bila moje konopljino olje s peroksidnim številom 7 in olje oljarne Fram s peroksidnim številom 7,8. Pri drugi meritvi sem ugotovil, da je peroksidno število pri vseh vzorcih naraslo, najbolj sunkovito je naraslo pri konopljinem olju Gea, ki je imelo peroksidno število 11,28, kar je že preveč. Olje sem nato pustil en teden na toploti in svetlobi ter ugotovil, da je peroksidno število preseгло tudi 50, kar je petkrat več, kot je priporočeno. Najvišje peroksidno število sta imela konopljino olje Gea in olje Sun&Seed.

Nazadnje sem peroksidna števila olj, ki sem jim sam izmeril, primerjal z rezultati analize iz laboratorija.

3.7.5 Določanje organoleptičnih lastnosti

Tabela 12: Organoleptične lastnosti olj.

Olje	Barva	Vonj	Okus
Konopljino olje (hladno stiskano 14. 1. 2016)	zelena	Po oreščkih, prijeten	Po oreščkih
Oljarna Kolarič (konopljino olje hladno stiskano)	Rumeno zelena	Po oreščkih, prijeten	Nedoločen okus, ne po oreščkih vendar prijeten
Oljarna Gea (konopljino olje hladno stiskano)	Zelena	Po oreščkih, manj prijeten	Okus po pokvarjenem, kislo, ni bilo okusiti oreščkov
Oljarna Fram (bio konopljino olje hladno stiskano)	Temno zelena	Močan vonj po oreščkih, vonj po žarkem	Močen okus po oreščkih, grenko
Sun & seed (bio konopljino olje hladno stiskano)	Zelena	Po oreščkih, prijeten	Po oreščkih

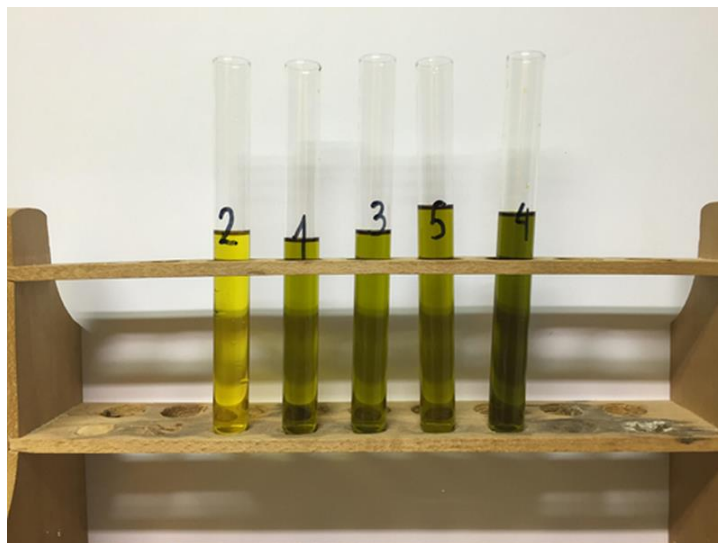
Ugotovil sem, da so se olja razlikovala po barvi, vonju, okusu in gostoti.

Barva vseh vrst olj je bila zelena, izstopali sta olji oljarne Kolarič, ki je bilo bolj rumeno kot zeleno in olje oljarne Fram, ki je bilo temno zeleno. Ostale tri vrste olj so bile po barvi približno enake.

Vonj vseh petih vrst olj je spominjal na indijske oreščke, edini olji, ki sta po svojem vonju izstopali, sta bili olji tovarne olja Gea in oljarne Fram. Geino konopljino olje je imelo manj prijeten vonj, ki je spominjal na oreščke, olje oljarne Fram pa je imelo vonj po žarkem in močan vonj po oreščkih.

Pri okusu je prišlo do največjih odstopanj, saj sta imeli samo dve olji od petih prijeten okus po oreščkih, ostala tri pa ne. Pri olju oljarne Kolarič okusa nisem mogel natančno določiti, saj me ni spominjal na nič, medtem ko pa je imelo olje Tovarne olja Gea okus po pokvarjenem in ni bilo okusiti ničesar drugega. Olje oljarne Fram je imelo močen okus po oreščkih. Bilo je tudi rahlo grenko.

Pri prelivanju olj sem opazil, da je bilo olje oljarne Fram v primerjavi z ostalimi bolj gosto. Pri ostalih vzorcih ni bilo opaziti vidne razlike v gostoti.



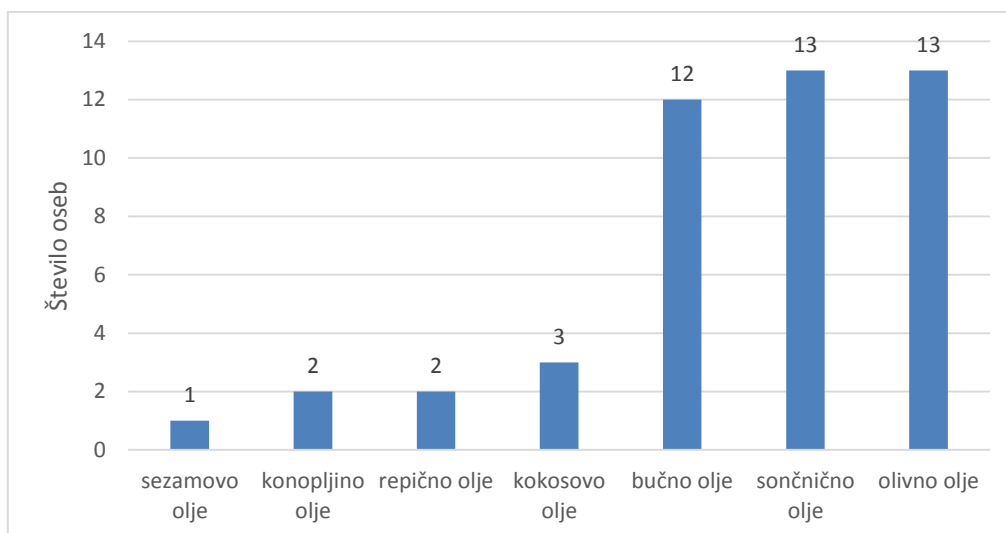
Slika 19: Konopljina olja razporejena po barvi od najsvetlejšega do najtemnejšega.

(Avtor: Jaša Martinčič)

3.7.6 Rezultati anketiranja

Anketiral sem 18 polnoletnih oseb različnih starosti.

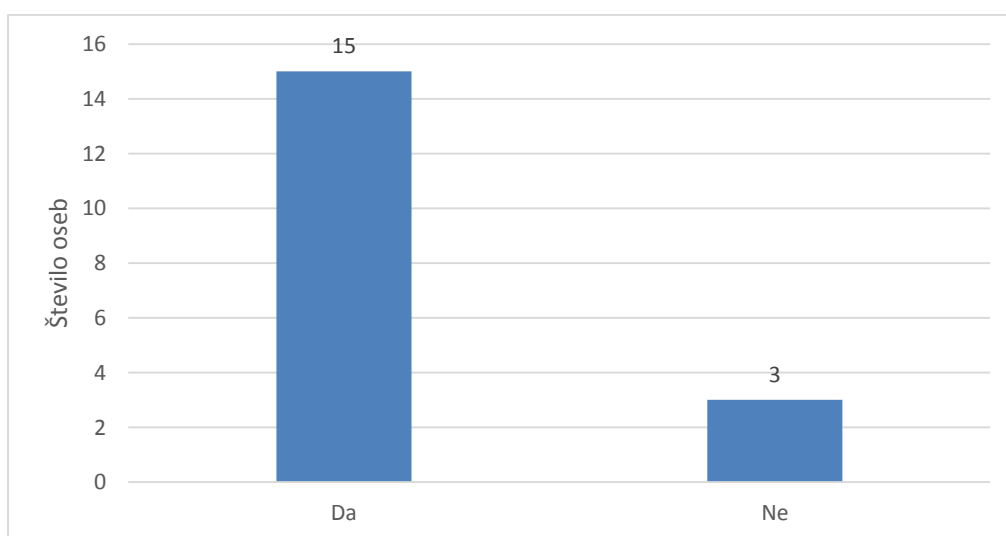
1. Vprašanje: Katera olja uporabljate v prehrani?



Slika 20: Uporaba različnih olj v prehrani. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

13 od vseh anketiranih ljudi uporablja v prehrani najpogosteje sončnično, olivno in bučno olje. Ostale vrste olj uporabljajo samo občasno.

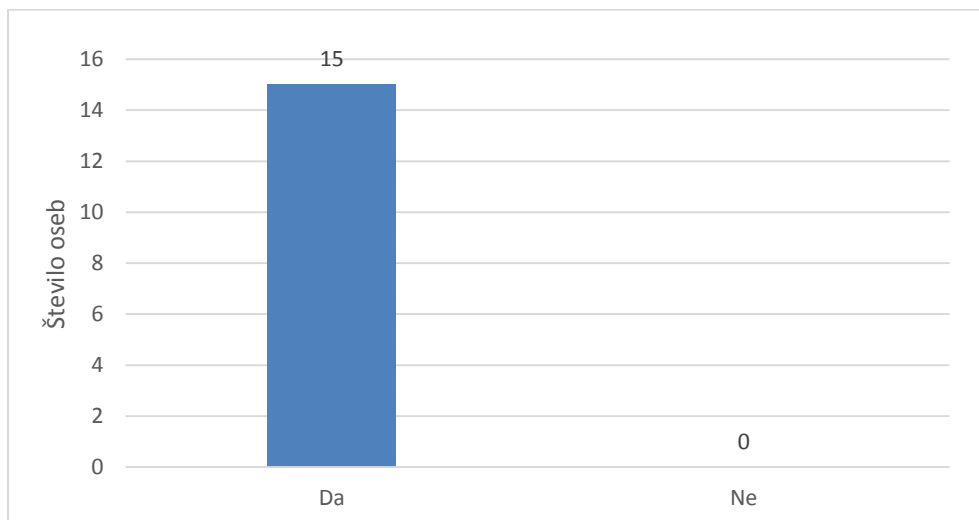
2. Vprašanje: Ali poznate konopljino olje?



Slika 21: Prepoznavnost konopljinoga olja. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

15 od anketiranih ljudi pozna konopljino olje, 3 še niso slišali zanj.

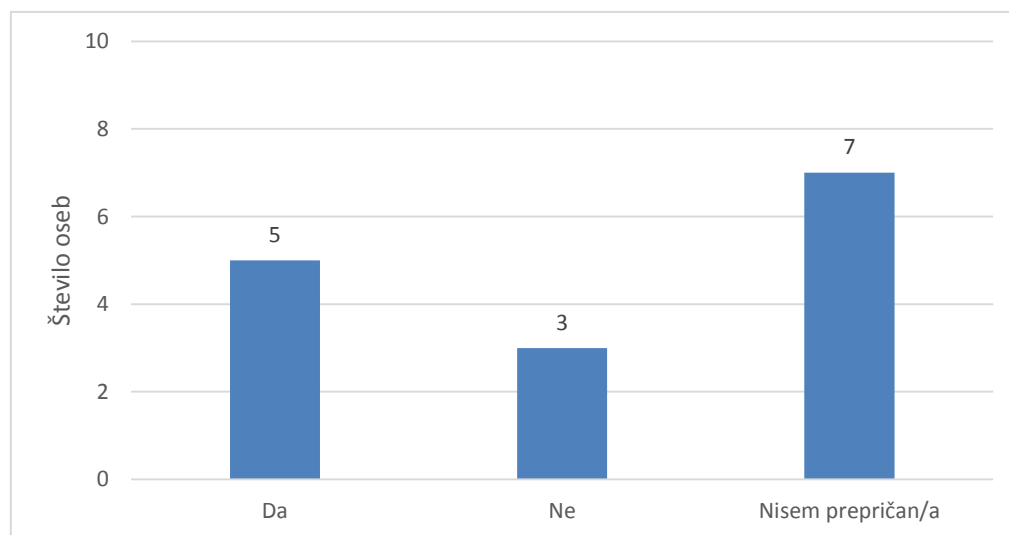
3. Vprašanje: Ali veste, da se lahko konopljino olje uporablja v prehrani?



Slika 22: Poznavanje konopljinca olja v prehranske namene. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

15 ljudi, ki pozna konopljino olje, ve, da se uporablja tudi v prehrani.

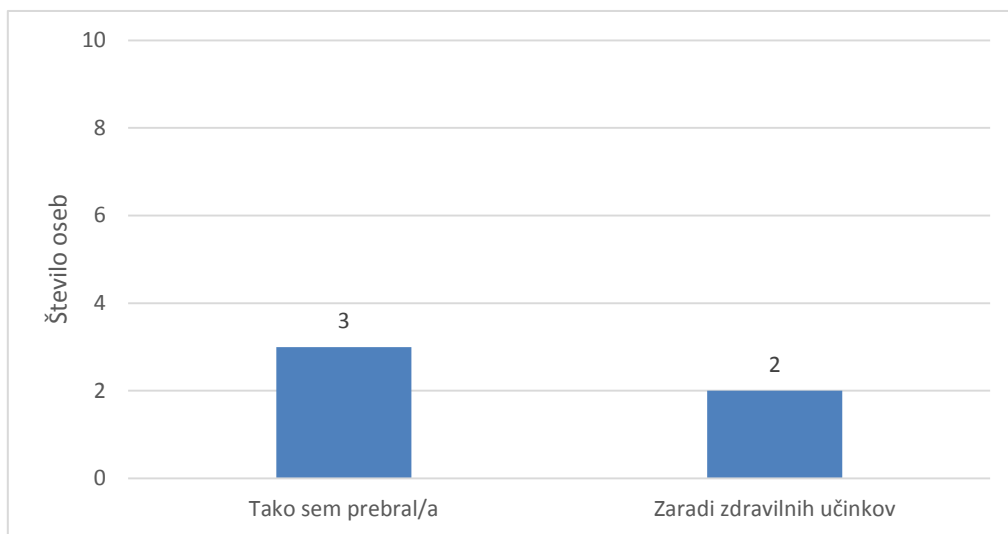
4. Ali mislite, da je uporaba konopljinca olja bolj priporočljiva kot uporaba drugih vrst hladno stiskanih olj?



Slika 23: Mnenje o uporabi konopljinca olja v primerjavi z ostalimi olji. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

Tretjina anketiranih je mnenja, da je konopljino olje bolj priporočljivo za uporabo v prehrani od ostalih vrst hladno stiskanih olj. Skoraj polovica pa ni prepričana, da je konopljino olje boljše.

5. Zakaj mislite, da je konopljino olje boljše?



Slika 24: Mnenje ljudi o prednostih konopljinca olja. (Avtor: Jaša Martinčič, 2016)

Trije ljudje mislijo, da je konopljino olje boljše, ker so tako prebrali, dva pa mislita, da ima zdravilne učinke.

Ljudje, ki mislijo, da konopljino olje ni boljše od ostalih vrst hladno stiskanih olj, so prepričani, da se od njih ne razlikuje.

3.7.7 Metoda intervjuja

3.7.7.1 Intervju z lokalnim pridelovalcem olja

Pogovarjal sem se z lokalnim pridelovalcem različnih olj, gospodom Konradom Pogorevcem.

1. Kako dolgo se že ukvarjate z oljarstvom?

»Z oljarstvom se praktično ukvarjam že pet let. S tem sem začel naključno zaradi bolezni v naši družini. Zdravniki so za zdravljenje te bolezni priporočili hladno stiskano orehovo olje. Odšel sem k trem oljarjem, vendar sem na koncu rekel, zakaj pa ne bi mi sami stisnili tega olja?«

2. Katere vrste olj proizvajate?

»Proizvajam več vrst olj, kot so orehovo olje, s katerim sem začel, potem sem stiskal tudi grozdne pečke, laneno olje, sezamovo olje, kasneje pa tudi konopljino olje, nazadnje pa sem stisnil tudi črno kumino, ki jo kupujem v Egiptu.«

3. Kako proizvajate olja?

»Vsa olja hladno stiskam, temperatura ne sme preseči 35 stopinj Celzija. Moja naprava gre zelo počasi, na uro stisnem približno 70 dag olja, ima pa naprava zelo dober izkoristek.«

4. Omenili ste, da proizvajate tudi konopljino olje. Zakaj bi ga priporočali, ima kakšne zdravilne učinke?

»Ja, po raziskavah, ki sem jih prebral v knjigah, bi to olje priporočal predvsem ljudem, ki imajo težave s sklepi, pri revmatskih obolenjih, pri nižanju krvnega pritiska ter pri glivičnih obolenjih. Uživali naj bi 3 do 5 žlic olja na dan ter se mazali.«

5. Kje pa dobite konopljina semena?

»Nekaj jih kupim v Prekmurju v trgovini Ilek, moj sin pa jih ima tudi pol hektarja posajenih v Ormožu.«

6. Ali obstaja več vrst konoplje?

»Da, obstaja več vrst, vendar ne poznam točno vrst.«

3.7.7.2 Intervju z vodjo šolske prehrane

Pogovarjal sem se z gospo Marijo Predikaka, ki je vodja šolske prehrane na OŠ Pohorskega odreda Slovenska Bistrica.

1. Kako dolgo ste že vodja prehrane na šoli?

»Vodja prehrane sem že od leta, 2007 to pomeni slabih 9 let.«

2. Uporabljate pri pripravi hrane v šolski kuhinji veliko različnih olj?

»Lahko bi jih več, v glavnem uporabljamo sončnično olje, bučno olje pa tudi oljčno olje. Drugih pa nekoliko manj.«

3. Ali poznate konopljino olje?

»Da, poznam konopljino olje, vendar ga ne uporabljamo pri pripravi hrane na šoli. Razlogov za to je več. Eden glavnih je vsekakor cena, saj je konopljino olje bistveno dražje, drugi problem pa je okus, ki je značilen za to olje in na katerega moraš biti navajen, če ga želiš uživati. Razlog je tudi v tem, da konopljino olje ni primerno za toplotno obdelavo. Zanimivo bi pa bilo s konopljinim oljem poskusiti, da vidimo, kako bi se učenci nanj odzvali. Zagotovo pa ne v čisti obliki, to pomeni, da bi bilo olje samo kot majhen dodatek k jedem.«

4. Ali je po vašem mnenju konopljino olje bolj zdravo v prehrani kot druga olja?

»Po podatkih ima cel kup pozitivnih učinkov, vendar osebno ne morem tega potrditi, saj ga ne uporabljam zelo veliko. Gotovo pa je zdravilno zaradi same sestave, ker vsebuje veliko polinasičenih maščobnih kislin ter vitaminov. Vem tudi, da vsebuje esencialne maščobne kisline, ki so v pravem razmerju.«

5. Ali veste, kje vse se v prehrani uporablja konopljino olje?

»Kot sem že prej povedala, se uporablja samo v čisti neprekuhani obliki, zato ga lahko uživamo na različnih solatah kot dodatek nekaterim jedem. Lahko pa ga uživamo tudi samega, kot neke vrste zdravilo zaradi njegovih zdravilnih učinkov, o katerih pišejo mediji.«

3.7.7.3 Intervju s svetovalko za zdravo življenje

Pogovarjal sem se z gospo Mojco Mok, dipl. medicinsko sestro univ.dipl.org., ki je zaposlena v Zdravstvenem domu Slovenska Bistrica kot koordinatorka in svetovalka v povezavi z zdravim načinom življenja.

1. Kakšna je vaša naloga v zdravstvenem domu?

»Sem predavateljica zdravega načina življenja in tudi zdrave prehrane. Predavam tudi učencem po šolah o odraščanju, puberteti in spolnosti. Izvajam tudi razne delavnice, ki so povezane z gibanjem, s prehrano, z zdravim načinom življenja ter kako ukrepati, da ne zbolimo.«

2. Se ukvarjate z olji?

»Da, ko imam predavanja o zdravi prehrani, se dotaknem tudi olj in maščob. Te so kar velik problem v prehrani ljudi, ki se hočejo zdravo prehranjevati.«

3. Katere vrste olj poznate?

»Poznam bučno, oljčno, olivno, repično, ki mi je všeč predvsem zaradi sestave, tudi konopljino olje, lešnikovo, mandljevo, koruzno, arašidovo in še nekatere druge, ki se jih v tem trenutku ne spomnim. So mi pa nekatera olja zelo všeč zaradi njihove sestave.«

4. Omenili ste, da poznate konopljino olje. Zakaj mislite, da je v prehrani dobro?

»Zaradi same sestave, saj ima veliko omega-3 maščobnih kislin ter esencialnih maščobnih kislin.«

5. Ali veste, zakaj se sploh uporablja v prehrani?

»Je hladno stiskano olje, zato se za pečenje ter cvrtje prav zagotovo ne sme uporabljati, lahko ga uporabimo kot dodatek k jedem. Bolj smiselno ga je uporabiti kot zdravilo. Lahko se kakšna žlička popije zjutraj na tešče ali pa zvečer, saj je tudi protivnetno, protibolečinsko in je po mojem mnenju zelo dobro za zdravje.«

6. Mislite, da je boljše od drugih vrst olj?

»Ne, ne bi ravno rekla, da je boljše od drugih vrst olj. Mogoče z vidika sestave, saj še nisem slišala, da bi katero drugo olje imelo res protivnetni in protibolečinski učinek.«

7. Ali po vašem mnenju ljudje dovolj poznajo konopljino olje?

»Mislim, da ljudje poznajo konopljino olje zelo dobro. Verjetno ne čisto v detajle, vendar definitivno bolje kot kakšno repično olje.«

4 RAZPRAVA

Po izvedenih raziskavah v Sloveniji zavzemajo maščobe več kot 42 % energetske vrednosti naših jedilnikov, zato je za zdravje ljudi izredno pomembno, s kakšnimi maščobami se prehranjujemo. V zadnjem obdobju smo skoraj vsakodnevno pod internetnim pritiskom sporočil o zdravilnih lastnostih konopljinega olja, ki ga lahko nato preko spletne prodaje in tudi preko prodaje na policah kupimo po izredno visoki ceni (ca. 40 EUR/L).

Z anketo sem pridobil podatke, da je marketinška aktivnost prodajalcev izredno uspešna, saj pred nekaj leti popolnoma nepoznan produkt pozna skoraj vsak potrošnik. Če pa so potrošniki o konopljinem olju obveščeni, ga le redko uporabljajo, saj ne poznajo načina uporabe. Tudi strokovnjaki s področja higiene prehrane le redko uporabljajo konopljino olje, poznane so jim informacije o zdravilnih učinkih konopljinega olja, ne poznajo pa vzrokov in namena uporabe v zdravilstvu. Z anketami sem potrdil prvo hipotezo (H1), da ljudje premalo poznajo uporabo konopljinega olja v prehranske namene.

Skozi raziskovalno nalogo sem skušal ugotoviti, ali je moč konopljino olje proizvesti iz semen doma in si tako zagotoviti jedilno rastlinsko olje z zdravilnimi lastnostmi brez kemične obdelave ali dodanih aditivov. Stiskanje sem najprej izvajal v domači garaži s priročno domačo nizkocenovno stiskalnico, s katero kmetije prešajo orehe, vendar mi je zaradi pomanjkanja znanja o nastavitvi stiskalnice proizvodnja uspela s podobno stiskalnico šele pod vodenjem lokalnega proizvajalca hladno stiskanih olj. Iz 1 kg semena industrijske konoplje lahko proizvedemo okoli 0,25 l konopljinega olja. S tem sem delno potrdil hipotezo, da je proizvodnja olja enostavna in da ga lahko proizvedemo doma.

Vzporedno s testiranjem kvalitetnih parametrov proizvedenega konopljinega olja sem izvedel tudi primerjalne analize kvalitetnih parametrov še na štirih drugih vzorcih hladno stiskanega konopljinega olja, kupljenega v hipermarketu. Živilski izdelki iz tržnih polic morajo namreč biti ustrezno preverjeni ter ustrezati pravilnikom, ki opredeljujejo prodajo izdelkov, namenjenih za prehrano ljudi in živali. Enostavne analize sem izvedel v šolskem laboratoriju, zahtevnejše pa so izvedli analitiki v podjetju Vitiva d.o.o. Markovci in v Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano v Mariboru. Ugotovil sem, da ima konopljino olje lastne proizvodnje zelo visok delež polinenasičenih maščobnih kislin (74,4 %), med katerimi je bil delež omega-6 maščobnih kislin 56,8 %, delež omega-3 maščobnih kislin pa 17,3 %. Delež določenih tokoferolov (naravno prisotnih antioksidantov) v proizvedenem olju je bil nižji (674 ppm/kg olja) glede na podatke o prisotnosti tokoferolov v najpogostejših jedilnih oljih (sončnično, ogrščično, sojino ...). V vzorcih konopljinega olja iz hipermarketov sem opazil precej višjo vsebnost tokoferolov (731–959 ppm/kg olja), kar je po moje posledica slabe kakovosti semena, iz katerega sem proizvajal konopljino olje. Pri analizi sestave posameznih tokoferolov se je ugotovilo, da je bilo v proizvedenem konopljinem olju 172 ppm delta tokoferolov (25,5 %), ki imajo najvišjo antioksidacijsko aktivnost, 502 ppm je bilo analiziranih gama in beta tokoferolov (74,5 %), ostalo (<100 ppm) so bili v vzorcu prisotni biološko najaktivnejši alfa tokoferoli. Analiza vsebnosti prostih maščobnih kislin v konopljinem olju so pokazale velike razlike med kvalitetami semen, iz katerih je bilo olje proizvedeno, zato bi bilo potrebno pri nakupu semen za lastno proizvodnjo pridobiti od prodajalca semen tudi zagotovilo ustrezne pridelave semen. V nasprotnem lahko stisnemo in nato doma uporabljamo za prehrano neprimerno olje, misleč da imamo najbolj kvaliteten doma narejen živilski izdelek. Testiranja oksidacijske stabilnosti konopljinih olj z določitvijo peroksidnega števila po Wheelerju so pokazala, da so imela vsa konopljina olja še sveže proizvedena ali iz sveže odprte embalaže visoke deleže produktov oksidacije maščob (peroksidi). Vsi vzorci so sicer ustrezali pravilniku o kakovosti jedilnih rastlinskih olj, vendar sta dva vzorca že en teden po odprtju (ob hrambi v temnem prostoru) imela prekomerne koncentracije peroksidov in bila neprimerna za uživanje. Pri prav vseh vzorcih konopljinega olja pa je bila po 7 dneh

hrambe na svetlobi bistveno presežena zakonska meja 10 m. ekv.O₂/kg olja in vzorci niso bili več primerni za prehrano ljudi in živali. Oksidacijsko stabilnost sem preverjal tudi z Rancimatom po primerjalnem postopku, ki ga proizvajalci uporabljajo za določitev roka uporabe, ko je izdelek lahko prisoten na polici in še vedno ustreza zahtevam pravilnika. Tudi z Rancimatom je bila ugotovljena visoka nestabilnost konopljinega olja in sum, da imajo nekateri izdelki na deklaracijah označen predolg rok trajanja. Na vzorcih konopljinega olja sem v šolskem laboratoriju izvedel tudi organoleptično analizo vonja, barve, okusa in bistrosti. Ugotovil sem, da ima lahko sveže stisnjeno konopljino olje bistro, zeleno barvo, ima prijeten vonj in okus po oreščkih. Pri dveh vzorcih svežega konopljinega olja sem odkril bistvene napake v vonju, pri treh vzorcih pa okus po žarkosti, kar nakazuje prisotnost oksidacije maščob. Z analizami sem potrdil tretjo hipotezo (H3), da ima konopljino olje visok delež polinenasičenih maščobnih kislin in le povprečno vsebnost naravnih antioksidantov (tokoferoli). Posledično je konopljino olje zelo nestabilno in ga je potrebno uporabiti v roku nekaj dni po odprtju embalaže.

Zdravilnost konopljinega olja bi lahko na osnovi strokovnih člankov povezovali z visokim deležem esencialnih maščobnih kislin v olju. Le-teh ima konopljino olje nadpovprečno veliko. Še posebej posebna je visoka prisotnost omega-3 maščobnih kislin, ki so le redko prisotne v rastlinskih oljih. Visok delež oksidacijsko zelo občutljivih polinenasičenih maščobnih kislin ob relativno nizki vsebnosti naravnih antioksidantov povzroča hitro oksidacijo maščob in pojav žarkosti. Prav razkrojni produkti (prosti radikali) bi lahko imeli ob neustrezni uporabi celo več negativnih vplivov na zdravje ljudi od pozitivnega vpliva esencialnih maščobnih kislin. Še posebej zato, ker je v konopljinem olju bistveno prenizko razmerje med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami (priporočeno razmerje 1:5 do 1:10; opaženo pa 1:3,3), ki vleče tehtnico v smer hitre tvorbe oksidacijskih produktov, namesto v smeri pozitivnega vpliva esencialnih maščobnih kislin. Tržno dostopna olja industrijske konoplje ne vsebujejo opojnih substanc, zato vsi zdravilni vplivi, ki se povezujejo z delovanjem opojnih substanc na zdravje pri konopljinem olju, ne držijo, se pa navajajo v marketinških sporočilih kot podpora boljši prodaji. Z navedenim sem potrdil tudi četrto hipotezo (H4).

5 ZAKLJUČEK

Za to raziskovalno nalogo sem se odločil, ker sem v reviji prebral članek o zdravilnih učinkih konopljinega olja. Zanimati me je začelo, ali je konopljino olje res boljše od ostalih vrst hladno stiskanih olj. Med samim raziskovanjem sem prišel do različnih novih in zanimivih spoznanj.

S pomočjo ankete sem ugotovil, da ljudje poznajo konopljino olje, veliko preveč pa zaupajo revijam, ki pišejo članke o konopljinem olju brez strokovne podlage in s tem prevarajo potrošnike. Tako lahko prvo hipotezo, v kateri sem domneval, da ljudje premalo poznajo uporabo konopljinega olja v prehranske namene, potrdim.

Med potekom raziskovalne naloge sem ugotovil, da konopljino olje lahko iztisnemo tudi doma s pravilno prešo. S tem lahko svojo drugo hipotezo delno potrdim, saj sem konopljino olje s pomočjo lokalnega proizvajalca uspel pridobiti, ni pa bilo tako enostavno, kot sem predvideval.

Glede na analizo peroksidnega števila se je izkazalo, da je konopljino olje zelo nestabilno in po odprtju že po dobrih štirinajstih dneh postane žarko. Na podlagi eksperimentalnega dela, lahko tretjo hipotezo potrdim, saj je iz rezultatov razvidno, da se je peroksidno število s časom večalo. Vzrok je v visokem deležu polinenasičenih maščobnih kislin.

Predlagal bi, da bi proizvajalci konopljinega olja na etiketo dodatno napisali, naj se konopljino olje po odprtju porabi že v dveh tednih. Ko sem preverjal organoleptične lastnosti, sem ugotovil, da je konopljino olje, ki ni bilo žarko, imelo prijeten vonj in okus ter s tem ugotovil, da veliko olj na trgovskih policah ni več primernih za uporabo in je posledično tudi slabega vonja in okusa. Ugotovil sem tudi, da je kvaliteta konopljinega olja zelo odvisna od kvalitete semen, saj lahko slaba semena zelo pospešijo oksidacijo v konopljinem olju. To pomeni, da olje še toliko hitreje postane žarko in posledično neprimerno za uporabo.

Ugotovil sem, da lahko svojo četrto hipotezo potrdim, saj na večini konopljinih olj ni bilo oznake o sestavi. Na oljih, ki sem jih raziskoval, ni bilo podatkov o peroksidnem številu, kislinskem številu in kislinski stopnji, ki bi jih lahko ljudje, ki te podatke poznajo, uporabili. Trgovci pa navajajo zdravilne učinke konopljinega olja, brez strokovne podlage.

Veliko novih stvari sem se naučil tudi skozi intervjuje, saj so vsi trije intervjuvanci bili približno enakega mnenja, da je konopljino olje boljše od drugih olj, vendar samo zaradi vsebnosti polinenasičenih maščobnih kislin in esencialnih maščobnih kislin. Skozi raziskavo pa sem dokazal, da prav ti dve komponenti olju povzročata nestabilnost.

Naučil sem se veliko novega. Tekom raziskovalnega dela sem pridobil izkušnje na področji eksperimentalnega dela, ki mi bodo koristile tudi v prihodnosti.

6 LITERATURA

- Analize maščob*. Katedra za tehnologijo mesa. 15. 3. 2007. Dostop: <http://web.bf.uni-lj.si/zt/meso/vaja3/mascobe.htm> (2. 3. 2016)
- Chemistry of Vitamin E*. uic.edu. Dostop: https://www.uic.edu/classes/phar/phar332/Clinical_Cases/vitamin%20cases/vitamin%20E/vit-E.gif (10. 3. 2016)
- Devetak, I. *Delitev lipidov in triacilglicerolov*. Zgradba molekule triacilglicerida. Dostop: <http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/uenota.php?a=idevetak&e=lipidi1> (23. 2. 2016)
- Domač kruh iz konopljine moke in semen*. Puravida. 30. 5. 2015. Dostop: <http://konopljapuravida.com/wp-content/uploads/2015/04/Screen-Shot-2015-04-30-at-16.06.42-1170x656.png> (12. 3. 2016)
- Gea konopljino olje*. Gea. Tovarna olja Gea. Dostop: <http://www.gea.si/izdelki/gea-konopljino-olje/> (18. 1. 2016)
- Hlastan, R. C. as.mag.univ.dipl.inž.živ.tehnologije. *Esencialne maščobne kisline*. Zbornik referatov s seminarja: *Maščobe v prehrani*. Medicinska fakulteta-inštitut za higieno in Tovarna olja GEA d.d., 2002, 19-24.
- Industrijska konoplja*. Ulje konoplja. Dostop: http://konoplja.digitalizacija.com/cms/upload/slike/5694190426088706_cannabis_sativa_l.jpg (10. 3. 2016)
- Konopljino olje*. Bioforma. Dostop: <http://www.bioforma.si/image/data/SLIKE%20PRI%20IZDELKIH/konoplja.jpg> (10. 3. 2016)
- Konopljino olje in njegovi pozitivni učinki*. Bodi eko. 6. 7. 2011. Dostop: <http://www.bodieko.si/konopljino-olje> (25. 2. 2016)
- Martinčič, V. dr. Vrsta, kvaliteta in uporaba maščob v prehrani. Zbornik referatov s seminarja: *Maščobe v prehrani*. Medicinska fakulteta-inštitut za higieno in Tovarna olja GEA d.d., 2002, str. 2-20.
- Maščobe*. Wikipedija. Dostop: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Maščobe> (15. 1. 2016)
- Maščobe v prehrani*. Vitamin. Dostop: <http://www.e-vitamin.si/mascobe.html> (23. 2. 2016)
- Maščobne kisline*. Wiki FKKT UL. Dostop: http://wiki.fkkt.uni-lj.si/index.php/Maščobne_kisline (25. 2. 2016)
- Matijaševič, B. dr. *Tehnologija ulja i masti*. Novi Sad: Tehnološki fakultet Univerziteteta, 1980.
- Model molekule maščobe*. 21.5.2007. <http://pirate.shu.edu/~rawncarr/Molecular%20Models/fattyacids.jpg> (10. 3. 2016)
- Navadna konoplja*. Wikipedija. Dostop: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Konoplja> (20. 2. 2016)
- Olje*. Wikipedija. Dostop: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Olje> (15. 1. 2016)
- Orsavova, J., Misurcova, L., Vavra, A. J., Vicha R., Mlcek, J. *Fatty Acids Composition of Vegetable Oils and Its Contribution to Dietary Energy Intake and Dependence of Cardiovascular Mortality on Dietary Intake of Fatty Acids*. Int. J. Mol. Sci. 2015, 16, 12871-12890.
- Pokorn, D. *Olje in zdravje*. Ljubljana. Medicinska fakulteta-Inštitut za higieno, 1995.
- Pokorn, D. *Pomen maščob pri regulaciji dnevne prehrane*. Zbornik referatov s seminarja: *Maščobe v prehrani*. Ljubljana. Medicinska fakulteta-Inštitut za higieno in Tovarna olja GEA d.d. 2002, str. 1, 31-37.

Pokorn, D. *Prehrana v različnih življenjskih obdobjih*. Založba Marbona d.o.o. Ljubljana, 2003
Pravilnik o kakovosti jedilnih rastlinskih olj, jedilnih rastlinskih masteh in majonezi. Uradni list RS, 122/2003, stran 16814.

Vitamin E. Wikipedija. Dostop: https://sl.wikipedia.org/wiki/Vitamin_E (2. 3. 2016)

Vse, česar še niste vedeli o konoplji. Aktivni.si. 14. 9. 2011. Dostop: <http://www.aktivni.si/zdravje/preventiva/vse-cesar-se-niste-vedeli-o-konoplji/> (20. 2. 2016)

Wiley, J. *Bailey's Industrial Oils and Fats Products*. Fourth Edition, Volume 1, Edible Oils and Fat Products. N.O.V. Sonntag – Structure and Composition of Fats and Oils, 1979.

Zgodovina konoplje. Konopko. Dostop: <http://www.konopko.si/zgodovina-konoplje> (10. 3. 2016)