



Šolski center Celje
Srednja šola za kemijo,
elektrotehniko in računalništvo

DOLOČEVANJE NASIČENOSTI MAŠČOB V RAZLIČNIH OLJIH

RAZISKOVALNA NALOGA

Področje: Kemija in kemijska tehnologija

Avtor:
Gašper Virant, K-4a

Mentorica:
Mojca Drofenik Čerček, univ. dipl. inž. kem. teh.

Celje, marec 2014



Šolski center Celje
Srednja šola za kemijo,
elektrotehniko in računalništvo

DOLOČEVANJE NASIČENOSTI MAŠČOB V RAZLIČNIH OLJIH

RAZISKOVALNA NALOGA

Področje: Kemija in kemijska tehnologija

Avtor:
Gašper Virant, K-4a

Mentorica:
Mojca Drofenik Čerček, univ. dipl. inž. kem. teh.

Celje, marec 2014

KAZALO VSEBINE

1	POVZETEK	5
2	ABSTRACT	5
3	UVOD	6
4	TEORETIČNI DEL	7
4.1	KEMIJSKI POGLED NA MAŠČOBE	7
4.1.1	UMILJIVI LIPIDI IN NJIHOVE LASTNOSTI	7
4.1.2	DELITEV MAŠČOB GLEDE NA IZVOR	12
4.2	BIOLOŠKI POGLED NA MAŠČOBE	16
4.2.1	ESENCIALNE MAŠČOBNE KISLINE	17
4.2.2	NEESENCIALNE MAŠČOBNE KISLINE	18
4.3	ANALIZNE METODE	19
5	EMPIRIČNI DEL	20
5.1	PRIPRAVA STANDARDNE RAZTOPINE NATRIJEVEGA TIOSULFATA (Na ₂ S ₂ O ₃)	20
5.1.1	Priprava raztopine Na ₂ S ₂ O ₃ :	20
5.1.2	Standardizacija natrijevega tiosulfata	21
5.2	PRIPRAVA JODOVEGA MONOBROMIDA (IBr)	24
5.3	DOLOČANJE JODOVEGA ŠTEVILA	26
6	MERITVE IN RAČUNI	28
7	RAZPRAVA	31
8	VIRI IN LITERATURA	32
9	VIRI SLIK	33
10	ZAHVALA	35

KAZALO TABEL

Tabela 1: Jodovo število sončničnega olja	28
Tabela 2: Jodovo število olivnega olja	28
Tabela 3: Jodovo število kokosove masti.....	29
Tabela 4: Jodovo število kapsul OMEGA3.....	29
Tabela 5: Jodovo število konopljinca olja.....	29

KAZALO SLIK

Slika 1: Maščobe so estri glicerola in maščobnih kislin	7
Slika 2: Glicerol	8
Slika 3: Glavne nasičene maščobne kisline.....	8
Slika 4: Glavne nenasičene maščobne kisline.....	8
Slika 5: Molekula nasičene maščobne kisline.....	9
Slika 6: Molekula enkrat nenasičene maščobne kisline	9
Slika 7: Molekula večkrat nenasičene maščobne kisline	10
Slika 8 Katalitsko hidrogeniranje	10
Slika 9: Akrolein, kot ga lahko vidijo naše oči	11
Slika 10: Molekula akroleina	11
Slika 11: Živila, bogata z maščobami	12
Slika 12: Losos je bogat vir esencialnih maščob, zlasti OMEGA 3	17
Slika 13: Olivno olje	18
Slika 14: Oreščki	18
Slika 15: Škrobovica	22
Slika 16: Titracija raztopine joda v etanojski k. z Na ₂ S ₂ O ₃	24
Slika 17: Titracija raztopine joda v etanojski k. z Na ₂ S ₂ O ₃	24
Slika 18: Titracija raztopine joda v etanojski k. z Na ₂ S ₂ O ₃	24
Slika 19: Šolski digestorij	27

KAZALO GRAFOV:

Graf 1: Povprečne vrednosti izmerjenih in pričakovanih rezultatov jodovega števila	30
--	----

1 POVZETEK

Maščobe uvrščamo med umiljive lipide. So estri glicerola in maščobnih kislin. Poznamo nasičene, enkrat nenasičene in večkrat nenasičene maščobe, kar je odvisno od njihove zgradbe. Prav tako so od zgradbe odvisne njihove kemijske in biološke lastnosti. Bolj kot so maščobe nenasičene, bolj zdrave so za naše telo, bolj kot so nasičene, primernejše so za toplotno obdelavo (npr. cvrtje).

Maščobe glede na izvor delimo na rastlinske in živalske. Kadar govorimo o rastlinskih, so to največkrat olja (po navadi so bolj nenasičene), kadar pa o živalskih, pa so to masti (po navadi so bolj nasičene).

Skozi oči nutricionista se maščobe razdelijo še v dve skupini, in sicer esencialne in neesencialne. Esencialne so nujne za delovanje našega telesa in jih lahko dobimo le s hrano, medtem ko neesencialne telo lahko proizvede samo.

V nalogi sem z določitvijo jodovega števila ugotavljal nasičenost in nenasičenost petih vzorcev in prišel do rezultata, da so najbolj nenasičene maščobe v OMEGA 3 kapsulah, najbolj nasičena pa je kokosova mast.

2 ABSTRACT

Fats are subgroup of lipids. They are esters of glycerol and fatty acids. We know saturated, monounsaturated and polyunsaturated fats, what depends on their structure as well as their chemical and biological characteristics. More unsaturated are fats, healthier are for our body, more saturated they are, more suitable are for thermal tooling (like frying).

According to an origin we divide them into animal's and vegetable's. When we are talking about vegetable's fats we mostly mean oils (liquid fats, they are usually more unsaturated). When we are talking about animal's we usually mean grease (solid fats, they are usually more saturated).

Cross the eyes of nutrition expert fats also split into two another groups and that are essential and nonessential fats. Essential fats are necessary for normal functioning of our body and they are entered only by food. Nonessential can be provided on our own.

In my task, I was identifying saturation of five different oils with method called iodine value. The most unsaturated fat was in OMEGA3 capsules and the most saturated fat was in coconut grease.

3 UVOD

Maščobe so sestavni del človekovega telesa in vseh ostalih organizmov. Nastajajo lahko v telesih živih organizmov (neesencialne) ali pa jih je potrebno zaužiti s hrano (esencialne). Včasih so bile maščobe obtožene kot glavni krivec za prekomerno debelost. To je veljalo vse do takrat, dokler niso znanstveniki vzroka debelosti pripisali sladkorjem in žitaricam (večinoma predelanim ogljikovim hidratom), maščobe pa so razslojili na dobre in slabe. Na to delitev vpliva zgolj njihova kemijska sestava, in sicer: dobre so tiste, ki so nenasičene, za slabe pa veljajo nasičene.

Maščobe imajo velik vpliv na naše zdravje in moramo biti pozorni na njihov dnevni vnos, ki bi moral znašati okrog 30 %, od tega pa bi moralo biti manj kot 7 % nasičenih maščob. Uživanje nenasičenih maščob v pravi meri ima zelo koristen vpliv na srce in krvni sistem, znižuje LDL holesterol (slab holesterol, ki povzroča mašenje žil, krvne strdke ...), omogočajo lažjo tvorbo hormonov, upočasnijo prebavo, predstavljajo odličen vir energije... Nasičene maščobe niso tako priporočljive za uživanje ravno zaradi spodbujanja LDL holesterola, so pa v nasprotju z nenasičenimi maščobami primerne za toplotno obdelavo (npr. cvrtje).

Drobna malenkost (le ena vez), ki loči nasičene in nenasičene maščobe, hkrati pa njihov vpliv na telo drastično spremeni, me je tako fascinirala, da sem se odločil analizirati nekaj vzorcev olj in določiti, katero je najbolj nenasičeno.

Po pregledu literature sem se odločil, da bom svojo analizo izvedel po postopku določevanja jodovega števila. Izbral sem dve hipotezi:

- Najbolj nasičeno bo kokosovo olje.
- Najbolj nenasičene bodo kapsule OMEGA 3.

Za analizo sem uporabil metodo določevanja jodovega števila, tj. masa joda, ki se pri določenih pogojih veže na dvojne vezi zaestrenih maščobnih kislin. Višja kot je vrednost jodovega števila, bolj je maščoba nenasičena.

4 TEORETIČNI DEL

4.1 KEMIJSKI POGLED NA MAŠČOBE

Maščobe uvrščamo v večjo skupino snovi, ki jim pravimo lipidi (lipos je grška beseda za maščobo). Lipidi so skupina naravnih spojin, katerih skupna lastnost je topnost v organskih topilih, kot so ogljikovodiki (npr. bencin), eter, aceton ipd. Dobimo jih z ekstrakcijo z nepolarnimi topili iz živih organizmov (rastlin in živali). Lipide razdelimo na dve veliki skupini:

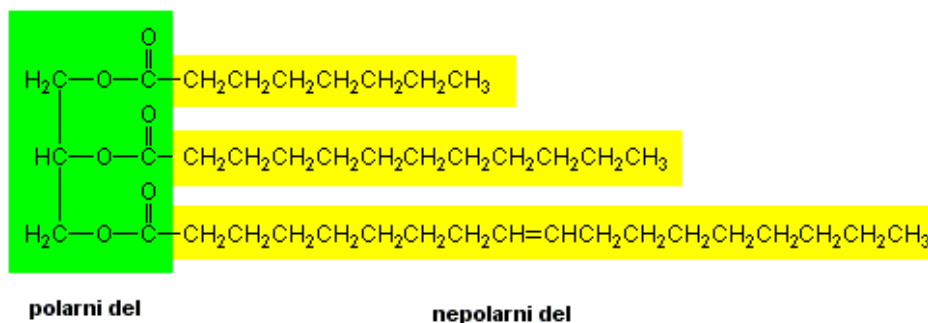
- **umiljivi lipidi:** lipidi z estrsko skupino (npr. triacilgliceroli, voski),
- **neumiljivi lipidi:** lipidi brez estrske skupine (npr. steroidi).

Glavni raziskovalni problem v nalogi so umiljivi lipidi oz. maščobe.

4.1.1 UMILJIVI LIPIDI IN NJIHOVE LASTNOSTI

Triacilglicerole pogosto imenujemo trigliceridi, v pogovornem jeziku pa jim rečemo kar maščobe. So najbolj razširjeni naravni lipidi.

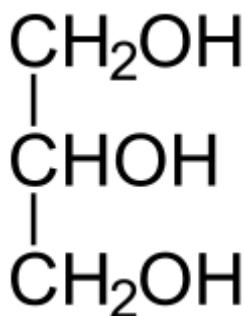
Trigliceridi so estri glicerola in maščobnih kislin. Tako imamo v molekuli maščobe polarni del (nastal je iz glicerola) in nepolarni del (nastal je iz maščobne kisline). Njihova značilnost je, da so hidrofobne, to pomeni, da se z vodo ne mešajo, kar pojasni njihova struktura (so bolj nepolarne). Ker imajo nižjo gostoto od vode, na njej plavajo.^[1]



Slika 1: Maščobe so estri glicerola in maščobnih kislin

GLICEROL

Glicerol ali propan-1,2,3-triol je alkohol s tremi hidroksilnimi skupinami –OH.



Slika 2: Glicerol

MAŠČOBNE KISLINE

Maščobne kisline so karboksilne kisline, ki so zaestrene v trigliceridih. Na slikah 3 in 4 so glavne nasičene in nenasičene maščobne kisline.

Glavne nasičene maščobne kisline:

število C atomov	zgradba	kislina – ime po IUPAC-nomenklaturi	udomačeno ime	vir
4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	butanojska	maslena kislina	maslo
6	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	heksanojska	kapronska kislina	maslo
8	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	oktanojska	kaprilska kislina	kokosovo olje
10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	dekanojska	kaprinska kislina	kokosovo olje
12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	dodekanojska	lavrinska kislina	palmovo olje
14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	tetradekanojska	miristinska kislina	orehovo olje
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	heksadekanojska	palmitinska kislina	palmovo olje
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	oktadekanojska	stearinska kislina	loj

Slika 3: Glavne nasičene maščobne kisline

Glavne nenasičene maščobne kisline:

število C atomov	zgradba	IUPAC-nomenklatura	udomačeno ime	vir
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	9-heksadecenojska kislina	palmitooleinska kislina	maslo
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	9-oktadecenojska kislina	oleinska ali oljeva kislina	olivno olje
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	9,12-oktadekadienojska kislina	linolova kislina	sojino olje
18	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	9,12,15-oktadekatrienojska kislina	linolenska kislina	laneno olje

Slika 4: Glavne nenasičene maščobne kisline

Maščobne kisline imajo vrsto značilnosti:

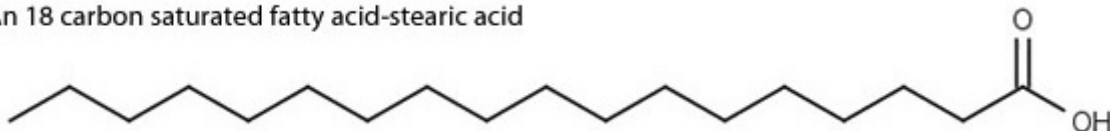
»1. **Količinsko prevladujejo maščobne kisline s sodim številom ogljikovih atomov.** To razložimo z njihovo biosintezo, pri kateri se vežejo spojine s po dvema ogljikovima atomoma v verigo. Vendar srečamo, npr. v bakterijah, tudi maščobne kisline z lihim številom ogljikovih atomov, čeprav redko. V naravi prevladujejo maščobne kisline s 16 in 18 ogljikovimi atomi.

2. **Verige maščobnih kislin so večinoma nerazvejane.** Tu pa tam, sila redko, srečamo tudi kakšno razvejano – ena med njimi je laktobacilova in druga tuberkulostearinska.

3. **Agregatno stanje maščobnih kislin je odvisno od njihove nasičenosti:** nasičene maščobne kisline so pri sobni temperaturi – razen prvih treh v tabeli – trdne, nenasičene pa tekoče. To razlagamo z njihovo zgradbo:

molekule nasičenih maščobnih kislin lahko predstavimo zaradi tetraedrične zgradbe ogljikovih atomov, ki so jo dokazali z rentgensko analizo, s cikcakasto verigo:

An 18 carbon saturated fatty acid-stearic acid



Slika 5: Molekula nasičene maščobne kisline

Taka molekula je sorazmerno »ravna« in se lahko lepo vključi v kristalno mrežo. Zato imajo take maščobne kisline dokaj visoka tališča. Isto velja za maščobe, ki vsebujejo te kisline. Posledica je trdno agregatno stanje pri sobni temperaturi.

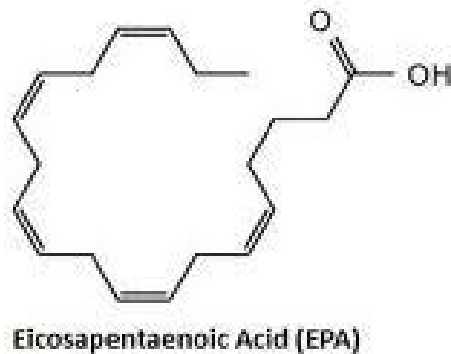
Molekule nenasičenih maščobnih kislin nastopajo največkrat v »cis« obliki.



Slika 6: Molekula enkrat nenasičene maščobne kisline

Take molekule se ne morejo tako lepo zložiti v kristalno mrežo kot nasičene. Zato so bolj oddaljene med seboj, molekulske vezi med njimi so šibkejše. Posledica tega je tekoče stanje pri sobnih pogojih in nižja tališča teh kislin in posledično tudi maščob.«^[2]

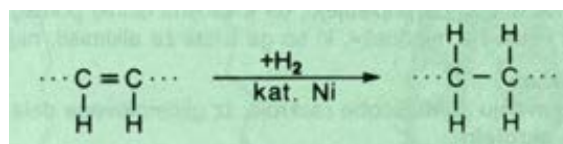
Na sliki 6 je prikazana mononenasičena maščobna kislina, poznamo pa tudi polinenasičene. Če je maščobna kislina polinenasičena, pomeni, da ima v svoji strukturi več dvojnih vezi.



Slika 7: Molekula večkrat nenasičene maščobne kisline

4.1.1.1 Hidrogeniranje maščob

Tekoče nenasičene maščobe lahko pretvorimo v trdne z večjo stopnjo nasičenja, če adiramo vodik na dvojne vezi C=C v kislinskih delih molekule maščobe. V ta namen v industriji vpihavajo vodik v vroča olja, katalizator pa je največkrat nikelj. Tako reakcijo imenujemo katalitsko hidrogeniranje. ^[2]



Slika 8 Katalitsko hidrogeniranje

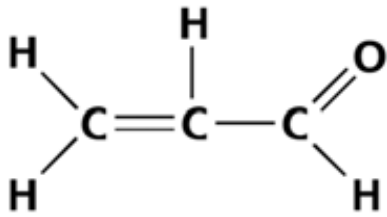
Primer hidrogeniranja maščob je margarina, le da vanjo vmešajo še vodo, sol, mleko v prahu, vitamine (zlasti vitamin A), dišave in barvila. ^[2]

4.1.1.2 Žarkost

Žarkost maščob povzroča:

1. **Hidroliza maščob**, ki poteka pod vplivom bakterij in drugih mikroorganizmov. Pri tem nastanejo proste maščobne kisline. Čim manjše so njihove molekule, tem neprijetnejši vonj imajo običajno. ^[2]
2. **Oksidacija maščob** poteka z razcepom ob dvojnih vezeh in vodi do tvorbe peroksidov ter dalje do aldehydov, ketonov in kislin. Zlasti aldehydi imajo pogosto neprijeten vonj in okus. ^[2]

Žarkost maščob največkrat povzročimo z močnim segrevanjem, pri katerem se maščobe razkrojijo. Pri tem iz glicerolovega dela nastane aldehyd (propenal) z ostrim vonjem – akrolein.



Slika 10: Molekula akroleina

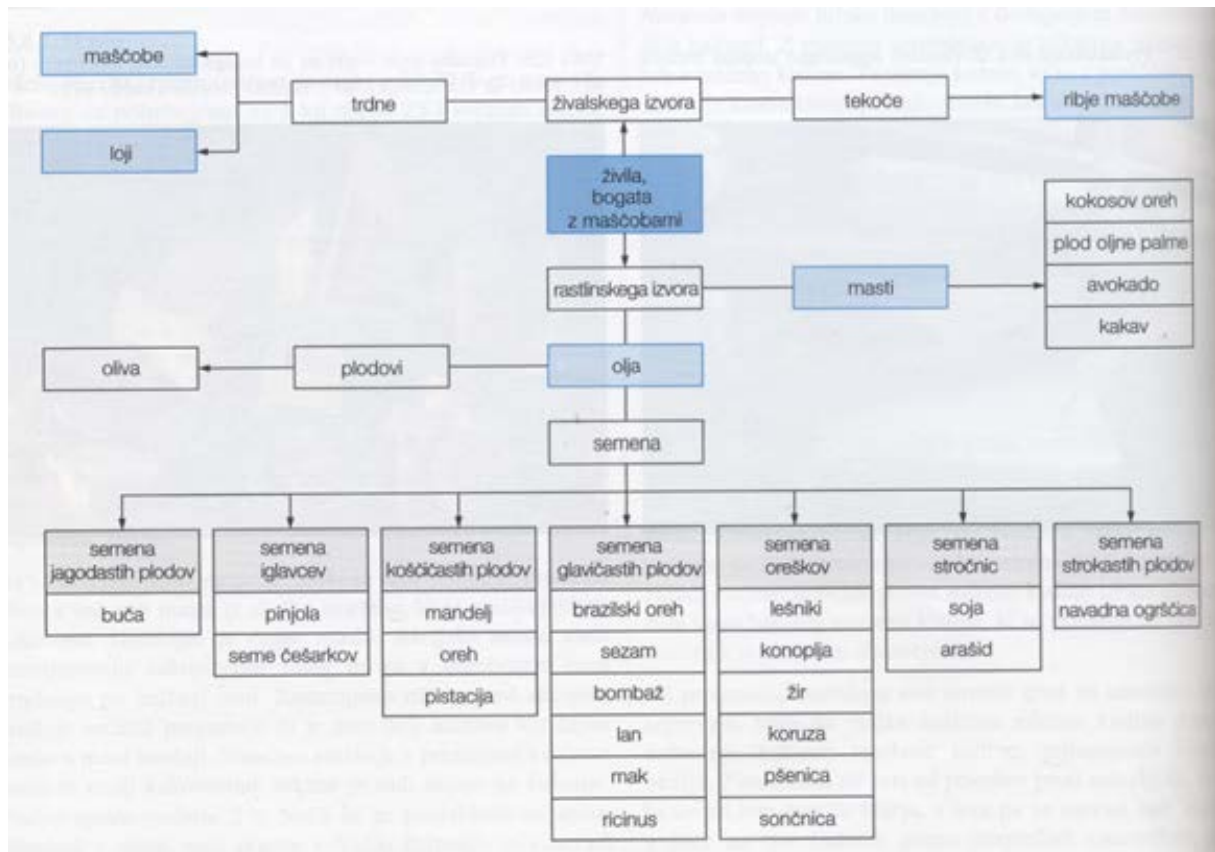


Slika 9: Akrolein, kot ga lahko vidijo naše oči

V svetu kapitalizma poznamo tudi za ta problem rešitev. Po navadi se maščobam dodaja antioksidante, to so največkrat fenoli, ki so občutljivi za oksidacijo. Sami se oksidirajo prej kot maščobe in jih tako zaščitijo pred »napadalci«. Naravna antioksidanta sta zlasti vitamin E in vitamin C.

4.1.2 DELITEV MAŠČOB GLEDE NA IZVOR

Maščobe, ki so pri sobnih pogojih trdne, imenujemo masti, tekoče pa olja. Razdelimo jih tudi glede na izvor, in sicer na rastlinske in živalske.



Slika 11: Živila, bogata z maščobami

4.1.2.1 Rastlinske maščobe

Rastlinske maščobe najdemo v semenih in sadežih. Večina rastlinskih maščob je tekočih (kar pomeni, da so bolj nenasičene) npr. olivno olje, sojino olje, konopljino olje ... Seveda pa obstajajo tudi izjeme, ki prav tako sodijo med rastlinske maščobe in so hkrati trdne. To so masti naslednjih plodov: kokosovega oreha, oljne palme, avokada in kakava.

Viri rastlinskih maščob so si med seboj različni, zato so različne tudi lastnosti maščob, njihova pridelava in kasneje tudi uporaba.^[3]

Semena, ki vsebujejo olja

Olja vsebujejo semena cemprina, brazilski orehi, lešniki, arašidi, pa tudi pinjole, sezam, bombaž, lan, mak, ricinus, mandlji pistacije, sončnična semena, navadna ogrščica, buča, pšenica, koruza in soja.^[3]

1. Sezam

Njegova semena uporabljamo v pekarstvu kot posebno oblogo za kruh. S stiskanjem dobimo iz njih svetlo-rumeno nesušljivo olje (na zraku se ne strjuje in je zelo obstojno).^[3]

2. Lan

Med gojenimi sortami razlikujemo oljni (zaprti) in predivni lan (pokovec). Glavice oljnega lanu se ne odprejo, ko dozori. Obirajo jih s kombajnom. Zreli plodovi predivnega lanu se odprejo, vendar jih ne obirajo, ker za pridobivanje vlaken v tekstilni industriji uporabljajo le stebela. Semena dodajo kruhu in ovsenim kosmičem (sadno-žitni kaši) ali biohrani.

S *hladnim stiskanjem* dobimo zlatorumeno olje, ki se uporablja tudi kot zdravilo pri boleznih žolčnika in rakavih obolenjih.

S *toplim stiskanjem* pridobimo dobro *sušljivo olje* (na zraku se strjuje). Zaradi te lastnosti ga uporabljamo v proizvodnji slikarskih barv, firneža (olje + lak) in oljnega kavčuka.^[3]

3. Mandelj

Mandelj je koščičasti plod z žametno zeleno lupino in mesnato-vlaknatim neužitnim mesom. V porozni koščici je eno samo veliko seme, ki vsebuje *amigdalina*. Ta spojina *cianovodikove kisline, benzaldehida, mandljevega olja* in grozdnega sladkorja se pri reakciji z vodo zaradi encima *emulzina* (ki je v tkivu) razgradi v sestavne dele. Pri tem izhlapi strupena cianovodikova kislina in benzaldehid z močnim vonjem.

V naravi najdemo dve vrsti mandljev, grenke in sladke.

Grenki mandelj ima majhna, zašiljena semena z višjo koncentracijo amigdalina (8 %). Prodaja grenkih mandljev je dovoljena le v medicinske namene, na recept, v zavojčkih po 5 kosov. (Zaužitje 7 kosov povzroči smrt!)

Sladki mandelj vsebuje velika, ovalna semena z manjšo koncentracijo amigdalina. Sladki mandlji imajo lahko, tanko in krhko koščico, ki se zlahka stre, ali pa debelo in trdo koščico. *Mandlje s krhko koščico* uživamo pražene s soljo ali sladkorno glazuro. *Mandlje s trdo koščico* uporabljamo za kuho in v pekarstvu.

Olje iz grenkih mandljev uporabljajo kot dodatek likerjem (amaretto). Iz nastrganih mandljev, sladkorja v prahu in rožnega olja delajo *marcipan, mandljev nugat* pa je mešanica nastrganih, praženih mandljev, lešnikov, rozin in medu.^[3]

4. Arašidi

Plodovi se oblikujejo na edinstven način. Rumeni cvetovi odcvetijo že po nekaj urah. Plodnica (del cveta, ki tvori plod) raste v zemljo zaradi dolžinske rasti pecljev. Tam se oblikujejo plodovi z nagubano lupino in belo, klobučevini podobno vmesno plastjo, ki vsebuje semena, obdana z rdečo lupino.

Ko zdrobimo lupino plodov, uživamo arašide surove. *Olje*, pridobljeno s *hladnim stiskanjem*, se dobro meša z drugimi rastlinskimi olji in pri segrevanju ne razvije neprijetnega vonja ali okusa. Zato je primerno za cvrtje rib in krompirja. V Indiji delajo iz zmečkanih arašidov in vode *arašidovo mleko*. V ZDA je zelo razširjena uporaba *arašidovega masla*. To je mešanica zmletih, praženih in nepraženih arašidov, strjenega arašidovega olja, sojine moke, medu, slada in nastrganega starega sira.^[3]

S *toplim stiskanjem* dobimo *gorilno olje* za proizvodnjo sveč in mazil.

Plodovi, ki vsebujejo olje: oliva

99 % svetovne proizvodnje prihaja s Sredozemlja. Oliva je plod *oljke*, drevesa z zimzelenimi, na spodnji strani srebrnkastimi listi. *Botanično* so črne olive koščičasti plodovi. Oberemo jih tik preden dozori, ker vsebujejo v tem obdobju največ olja, tj. 50 %. Kasneje koncentracija olja pade. Obiranje poteka ročno, ker postanejo poškodovani plodovi hitro žltavi. Olive uživamo surove ali pa iz njih pridobivamo olja.

Jedilne olive predstavljajo 8 % svetovnega pridelka. Z vlaganjem v raztopino kuhinjske soli odvezamemo njihovemu mesu grenke snovi.

Olivna olja delimo na naravna, namizna, jedilna in industrijska.

Naravno olivno olje (deviško olje) je najboljše. Dobimo ga z rahlim hladnim stiskanjem. Ker je zelo občutljivo na toploto postane že pri temperaturi 10 °C motno in izgubi svetlorumeno barvo.

Namizno olje je brez vonja, zelo obstojno in rahlo sladkega okusa. Pridobivajo ga z močnim hladnim stiskanjem, po nadaljnji obdelavi postane visoko vredno. Pogosto olivno olje ponarejajo s cenejšimi sezamovimi, arašidovimi in bombaževimi; seveda potem ne more nositi oznake »čisto olivno olje«.

Jedilno olje dobimo z rahlim toplim stiskanjem. To je nekoliko manj vredno olje zelenkaste barve.

Industrijsko olje pridobivamo na dva različna načina in se uporablja kot mazivo oz. olje za milo. Olje, pridobljeno z močnim toplim stiskanjem, imenujemo drevesno olje. Če ga belimo, nastane iz njega pekleno olje. Pri ekstrakciji ostankov stiskanja s CS₂ dobimo žvepleno olje.^[3]

Rastlinske masti

Rastlini, iz katerih pridobivamo mast, sta predvsem kokosova in oljna palma, ki imata koščičaste plodove.

1. Kokosov oreh

Kokosova palma rodi do 250 plodov na leto. Ti imajo gladko, usnjato, zeleno lupino in vlaknasto meso, ki ga uporabljamo v tekstilni industriji.

Kokosova mast je s toplim stiskanjem pridobljeno olje, ki se strjuje pri 20 °C in ima poseben okus. Zato ga morajo rafinirati in razdišaviti. Ker pri segrevanju ne izgubi okusa, je posebno primerna kot maščoba za cvrtje.^[3]

2. Plod oljne palme

Oljna palma ima storže s 3000 do 6000 plodovi, ki so težki do 50 kg. Plod oljne palme je mesnato vlaknat, z oranžno-rumeno lupino. V sredini ima koščico s semeni, ki vsebuje 70–80 % olja. Obrane plodove poparijo in s tem uničijo encim, ki razgrajuje maščobe. Nato koščice strojno ločijo od mesa. S stiskanjem sadne kaše dobijo mastno, oranžno-rumeno jedilno olje, ki hitro postane žltavo. Olje morajo rafinirati, da ga lahko uporabijo kot surovino za margarino. Nerafinirano služi kot olje za milo (Palmolive). V obeh primerih se olje strjuje pri 37 °C. S stiskanjem semen in z ekstrakcijo z bencinom dobijo umazano belo olje palmovih jedrc, ki se strdi pri 24 °C (jedilna mast in maščoba za milo).^[3]

4.1.2.2 Živalske maščobe

Živalske maščobe se največkrat pojavljajo v trdni obliki (so nasičene), najdemo pa jih tudi v tekoči (OMEGA 3 maščobe – polinenasičene). Prav tako je treba tudi tukaj poudariti raznovrstnost pri nahajanju in predelavi ter uporabi teh maščob.

Ribje maščobe

1. Ribja olja (ribje masti)

Pridobivamo jih iz jeter in drobovja slanikov, polenovk in vahenj, in sicer mehansko ali z vodno paro. Ribje olje je bistra svetlo-rumena tekočina z rahlim okusom po ribah.^[3]

2. Kitova tolšča

Iz enega kita dobimo povprečno 29 t tolšče. Zaradi mednarodne zaščite kitov so kitolovska ladjevja neekonomična in jih imajo le še nekatere države. Množičen in nespameten lov, ki na žalost še traja, je povzročil izumiranje kitov. Danes lahko namesto kitove tolšče uporabljamo kot mazivno olje za motorje z visokimi obrati vosek, pridobljen iz mehiškega grma jojoba. ^[3]

Masti

To so obstojne, mazave, mehke živalske maščobe, ki pa jih moramo shranjevati na hladnem, da ne postanejo žaltave. Svinjsko mast dobimo tako, da raztalimo maščobno tkivo prašičev. Ostanke imenujemo ocvirki. ^[3]

Loji

Loji so trde živalske maščobe, ki jih dobimo s taljenjem mastnega govejega ali jelenjega drobovja. Iztisnjeni loj uporabljamo za proizvodnjo sveč in mila, fini loj pa kot surovino za maslo. ^[3]

4.2 BIOLOŠKI POGLED NA MAŠČOBE

Maščobe so kalorično zelo bogate, kar nam pove podatek, da ima 1 g kar 38 kJ, zato za naše telo predstavljajo precejšnjo energijsko zalogo. Poleg tega soustvarjajo strukturo celičnih membran, so osnova za nastanek žolčnih kislin, hormonov skorje nadledvične žleze in spolnih hormonov, omogočajo absorpcijo vitaminov A, D, E in K v prebavilih in so sestavni del snovi, ki preprečuje kolaps pljučnih mešičkov. Vpletajo se še v imunske mehanizme in vnetni odgovor ter so pogoj za normalen razvoj in delovanje naših možganov ter živčevja.

Dnevni vnos maščob bi moral znašati okrog 30 % vseh zaužitih kalorij. Seveda pa si niso vse maščobe med seboj enake, zato jih delimo v dve skupini:

- **esencialne maščobe** (telo jih samo ne more proizvesti, zato je njihov vnos s hrano nujen),
- **neesencialne maščobe** (telo jih lahko proizvede samo).

4.2.1 ESENCIALNE MAŠČOBNE KISLINE

»Med esencialne maščobne kisline prištevamo linolno kislino (OMEGA 6) in alfa-linolenolno kislino (OMEGA 3). Te maščobne kisline so izrednega pomena za normalno delovanje encimskih procesov na membranah celic in ohranjanje visoke živčne aktivnosti ter vzdrževanje pretočnosti živčnih struktur. Še zlasti so te esencialne maščobne kisline oz. njihovi dolgoverižni derivati pomembni za normalen razvoj možganov in očesne mrežice v zadnjem trimesečju nosečnosti in prvih dveh letih življenja, sodelujejo v vnetnih in imunskih procesih, vzdržujejo celovitost celičnih membran in kože.

Popolno razmerje vnosa OMEGA 3 in OMEGA 6 bi bilo 1:1. Danes je to razmerje približno 20:1 ali še več v korist omega 6 maščobnih kislin, kar pa ni dobro. Pomanjkanje ene skupine, v glavnem OMEGA 3, pomeni prevlado druge (OMEGA 6), kar pa ni zaželeno, ker ima vsaka skupina točno določeno nalogo in telesu z neuravnoteženim vnosom tudi onemogočimo popolno genetsko opredeljeno funkcijo in zmožnost prilagajanja okolju.

Različne študije so pokazale, da uživanje OMEGA 3 skupine maščobnih kislin učinkovito niža raven serumskih trigliceridov in zmanjša zlepljanje krvnih ploščic, kar je izrednega pomena za preprečevanje aterosklerotičnih zapletov (srčni in možganski infarkt). Ugotovili so tudi, da igrajo vlogo pri zmanjševanju pojavnosti nevarnih srčnih aritmij in uravnovešajo delovanje imunskega sistema, kar se v primeru njihovega večjega zauživanja kaže kot zmanjšanje težav pri revmatoidnem artritisu, kroničnih vnetnih črevesnih boleznih in pri astmi. Pomanjkanje povzroča nasprotno neželene učinke. Dobre učinke so zasledili tudi pri preventivi pred rakastimi obolenji in na področju dopolnilne terapije psihoz.

Tudi najboljše stvari imajo svojo temno plat. Pri maščobah, tudi tistih najboljših, se v procesu oksidacije in presnove nasploh sprošča veliko prostih radikalov. Zato je potreben zadosten vnos antioksidantov, ki učinkovito »lovijo« proste radikale, ki jih povezujemo z razvojem degenerativnih, rakastih in srčnožilnih obolenj, pospešujejo pa tudi proces staranja.«^[5]



Slika 12: Losos je bogat vir esencialnih maščob, zlasti OMEGA 3

4.2.2 NEESENČIALNE MAŠČOBNE KISLINE

Telo je zmožno samo proizvajati neesenčialne maščobne kisline, vendar je to zahteven energijski postopek. Po navadi jih dovolj zaužijemo s hrano. Večinoma bi morale biti nenasičene, zato moramo biti pozorni, da se poskusimo izogniti nasičenim maščobam, še zlasti se moramo izogibati hidrogeniranim maščobam. Ravno te vsebujejo trans nasičene maščobe, ki jih povezujemo s hitrejšim razvojem aterosklerotičnih sprememb in posledičnih srčnih in možganskih infarktov, slabijo delovanje encimskih sistemov, ki v telesu predelujejo potencialno rakotvorne snovi, dvigajo slabi LDL in nižajo dobri HDL holesterol in manjšajo pretočnost celičnih membran. Poudariti je treba, da v telesu tekmujejo za enake encimske sisteme kot OMEGA 6 in OMEGA 3 maščobne kisline, jih s tem izpodrivajo in preprečujejo nastanek pomembnih dolgoverižnih maščobnih kislin.

Oreški in olivno olje so bogat vir nenasičenih maščob.



Slika 14: Oreški



Slika 13: Olivno olje

4.3 ANALIZNE METODE

V nalogi uporabimo kot glavno analizno metodo določitev jodovega števila, pri čemer analiziramo pet različnih vzorcev maščob:

- olivno olje,
- konopljino olje,
- sončnično olje,
- OMEGA 3 kapsule in
- kokosovo mast.

Z metodo določimo, kateri izmed petih izbranih vzorcev je najbolj nenasičen.

Opis principa metode določitve jodovega števila:

Jodovo število je masa joda v gramih, ki se pri določenih pogojih veže na dvojne vezi zaestrenih maščobnih kislin v 100 g vzorca. Jodiranje poteka z raztopino jodovega monobromida v etanojski (ocetni) kislini po reakcijskem mehanizmu adicije. Vzorcju dodamo jodov monobromid v presežku. Po končani reakciji jodiranja, presežna množina jodovega monobromida reagira z jodidnimi ioni, izloči se ekvivalentna množina joda, le-to pa titriramo s standardno raztopino natrijevega tiosulfata. ^[6]

5 EMPIRIČNI DEL

Pri metodi določanja jodovega števila, si je predhodno potrebno pripraviti nekaj raztopin, in sicer:

- standardna raztopino $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $c=0,1$ mol/L,
- jodov monobromid, IBr in
- škrobovico (indikator).

5.1 PRIPRAVA STANDARDNE RAZTOPINE NATRIJEVEGA TIOSULFATA ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

5.1.1 Priprava raztopine $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$:

»Standardno raztopino natrijevega tiosulfata z množinsko koncentracijo $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,1$ mol/L pripravimo tako, da v 1 litru destilirane vode raztopimo 24,80 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Tako pripravljena raztopina ni dolgo obstojna, ker se zaradi delovanja mikroorganizmov počasi izloča žveplo (raztopina postane motna). Da preprečimo ta pojav, vodo pred uporabo zavremo in raztopini dodamo konzervirno sredstvo (kristalizirano sodo, boraks). V primeru sode dodamo 1 litru raztopine $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ približno 100 mg $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Raztopino tiosulfata po pripravi hranimo 10–14 dni v temnem prostoru in jo nato standardiziramo.«^[4]

Inventar, ki ga za pripravo raztopine potrebujemo:

- merilna bučka, 1 L,
- čaša, 50 mL,
- steklena palčka.

Kemikalije, ki jih za pripravo raztopine potrebujemo:

- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, R: /, S: /, E: /,
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Xi, R: 36, S: (2)-22-26, E:2.

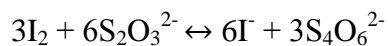
5.1.2 Standardizacija natrijevega tiosulfata

»V našem primeru bomo natančno koncentracijo natrijevega tiosulfata določili s primarnim standardom, kalijevim jodatom (V), KIO_3 . Osnova določitve je oksidacija jodida do joda in titracija ekvivalentne množine joda z natrijevim tiosulfatom v navzočnosti škroba kot indikatorja.«^[4]

Osnova vaje:

Raztopini natrijevega tiosulfata določimo natančno koncentracijo s kalijevim jodatom (V). V kisli raztopini jodat (V) oksidira jodid do joda; izloči se ekvivalentna množina joda, ki jo titriramo z raztopino natrijevega tiosulfata.^[4]

Reakcije:



Koncentracijo natrijevega tiosulfata izračunamo po naslednji enačbi:

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{KIO}_3) * 6}{M(\text{KIO}_3) * V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}$$

$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$... koncentracija $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mol/L)

$m(\text{KIO}_3)$... masa KIO_3 (g)

$M(\text{KIO}_3)$... molska masa KIO_3

$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$... poraba $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (L)

Natrijev tiosulfat standardiziramo po naslednjem postopku:

1. Za vsako titracijo odtehtamo 70–100 mg KIO_3 in ga raztopimo v 50 mL vode. Raztopini dodamo 5 mL H_2SO_4 (1:4), približno 1 g trdnega KI ter počakamo nekaj minut, da poteče reakcija oksidacije. Rjavo obarvano raztopino (zaradi izločenega joda) titriramo z $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ do svetlo rumene barve, nato dodamo raztopini 1 mL škrobovice in nadaljujemo titracijo do spremembe barve iz temno modre v brezbarvno. ^[4]

2. Priprava škrobove raztopine (škrobovice):

Za pripravo raztopine škroba odtehtamo 1 g škroba, dodamo majhen volumen destilirane vode, da dobimo gosto tekočo zmes in to vse vlijemo v 100 ml vrele vode ter kuhamo 1–2 minuti. Ohladimo in filtriramo, če je potrebno. Raztopina je obstojna največ 2 dni. ^[4]



Slika 15: Škrobovica

Reagenti, ki jih pri izvedbi standardizacije potrebujemo:

- KIO_3 , standardni vzorec, T, R: 23/25-33-40, S: (1/2)-22-44, E: 4-7-12-14
- KI, p.a. trden, T, R: 23/25-33-40, S: (1/2)-22-44, E: 4-7-12-14
- žveplova (VI) kislina, $V(\text{H}_2\text{SO}_4) : (\text{H}_2\text{O}) = 1:4$, C, R: 35, S: (1/2)-26-30-45, E:2
- raztopina natrijevega tiosulfata $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, $c \cong 0,1$ mol/L.

OPOMBA: Med nadaljnjim izvajanjem vaje mi je zmanjkalo prvotne raztopine Na₂S₂O₃, zato sem jo moral pripraviti še enkrat. Zaradi preglednosti bom prvo raztopino Na₂S₂O₃ označil z A, drugo pa z B.

Meritve pridobljene med izvajanjem vaje:

Raztopina Na₂S₂O₃ (A):

Paralelka	1.	2.	3.	
m(KIO ₃) [g]	0,0849	0,0777	0,1028	
V(Na ₂ S ₂ O ₃) [L]	0,0235	0,0216	0,0283	$\bar{c}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$
c(Na ₂ S ₂ O ₃) [mol/L]	0,1013	0,1009	0,1018	0,1013

Raztopina Na₂S₂O₃ (B):

Paralelka	1.	2.	3.	
m(KIO ₃) [g]	0,0851	0,0701	0,0774	
V(Na ₂ S ₂ O ₃) [L]	0,02295	0,0188	0,0209	$\bar{c}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$
c(Na ₂ S ₂ O ₃) [mol/L]	0,1040	0,1045	0,1038	0,1041

Račun:

Primer izračuna za prvo paralelko raztopina Na₂S₂O₃ (A):

$$M(\text{KIO}_3) = 214 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{KIO}_3) * 6}{M(\text{KIO}_3) * V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = \frac{0,0849 \text{ g} * 6}{214 \frac{\text{g}}{\text{mol}} * 0,0235 \text{ L}} = 0,1013 \text{ mol/L}$$

OPOMBA: Rezultati vseh paralelek se izračunajo na enak način.

5.2 PRIPRAVA JODOVEGA MONOBROMIDA (IBr)

Za pripravo jodovega monobromida sledimo naslednjemu postopku:

»Natehtano maso 13,2 g joda raztopimo v enem litru brezvodne očetne kisline. Če je potrebno nekoliko segrejemo. Raztopino ohladimo in alikvotni del (20 mL) titramo z natrijevim tiosulfatom koncentracije 0,1 mol/L. Izračunamo natančno množino joda, ki jo vsebuje raztopina, in glede na to vsebnost dodamo ekvivalentno množino broma. V zmesi jodovega monobromida mora biti stehiometrično razmerje med bromom in jodom 1:1 (126,9 g joda je ekvivalentno 79,9 g broma). Ustrezno množino broma odpipetiramo (z nastavkom za pipetiranje) in jo dodamo hladni raztopini joda. Premešamo in hranimo v tesno zaprti steklenici v temnem prostoru.«^[7]



Slika 16: Titracija raztopine joda v etanojski k. z Na₂S₂O₃



Slika 17: Titracija raztopine joda v etanojski k. z Na₂S₂O₃



Slika 18: Titracija raztopine joda v etanojski k. z Na₂S₂O₃

Slike prikazujejo stopnje titracije raztopine joda v etanojski kislini z Na₂S₂O₃.

OPOMBA: Zaradi nevarnih hlapov vajo izvajamo v digestoriju. Pri delu nosimo rokavice.

Potrebni inventar za pripravo jodovega monobromida:

- merilna bučka, 0,5 mL
- bireta, 50 mL,
- čaša, 50 mL,
- čaša, 600 mL,
- plastična kapalka.

Kemikalije:

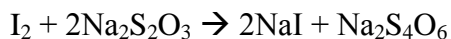
- I₂, jod, Xn, R:20/21, S: (2)-23-25, E: 1-16
- CH₃COOH, brezvodna očetna k., C, R: 10-35, S: 23-26-45,
- Br₂, brom, C, T+, R: 26-35, S: (1/2)-7/9-26-45, E: 16

Meritve:

Paralelka	V(Na ₂ S ₂ O ₃) [mL]
1.	19,50
2.	19,30
3.	19,50

$$\bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 19,43 \text{ mL}$$

Račun:



$$n(\text{I}_2) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{2} = \frac{0,1014 \frac{\text{mol}}{\text{L}} * 0,01943\text{L}}{2} = 0,000985 \text{ mol}$$

OPOMBA: Iz 0,5 L raztopine jodovega monobromida smo odpipetirali 4 alikvotne dele po 20 ml (3 za titracijo + eden se je po nesreči razlil), tako da moramo računati, koliko joda je v ostalih 420 ml raztopine.

$$n(\text{I}_2 \text{ v } 20 \text{ ml raztopine jodovega monobromida}) = 0,000985 \text{ mol} , \text{ torej iz tega sledi}$$

$$n(\text{I}_2 \text{ v } 420 \text{ ml raztopine jodovega monobromida}) = 0,02069 \text{ mol}$$

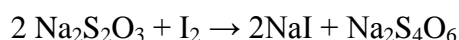
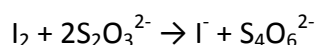
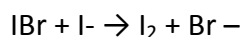
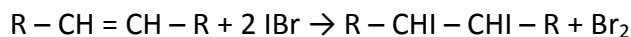
$$M(\text{Br}_2) = 159,82 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Br}_2) = n(\text{Br}_2) * M(\text{Br}_2) = 3,31 \text{ g}$$

Odpipetiramo 3,31 g Br₂ in dodamo hladni raztopini joda.

5.3 DOLOČANJE JODOVEGA ŠTEVILA

Reakcije:



Za določitev jodovega števila potrebujemo naslednji inventar:

- erlenmajerica z obrusom, 4 kosi,
- plastična kapalka, 2 kosa,
- čaša, 150 mL, 2 kosa,
- polnilna pipeta, 25 mL,
- merilna pipeta, 20 mL, 2 kosa,
- puhalka z vodo,
- bireta, 50 mL.

Pri izvedbi analize uporabimo naslednje kemikalije:

- standardna raztopina natrijevega sulfata, $c(Na_2S_2O_3) = 0,1 \text{ mol/L}$,
- škrobna, R: /, S: /, E: /,
- KI, kalijev jodid, T, R: 23/25-33-40, S: (1/2)-22-44, E: 4-7-12-14,
- CCl_4 , tetraklorometan, R: 23/24/25-40-48/23-52/53-59, S: 23-36/37-45-59-61
- raztopina IBr v očetni kislini.

Jodovo število določamo naslednjim vzorcem:

- rastlinsko olje,
- olivno olje,
- kokosova mast,
- OMEGA 3 kapsule,
- konopljino olje.

Jodovo število določamo po naslednjem postopku:

V erlenmajerico (300 mL) natehtamo od 0,2 do 0,5 g olja ($\pm 0,0001$), ga raztopimo v 10 do 15 ml kloroforma, dodamo 25 mL raztopine jodovega monobromida, dobro pretresemo in pustimo v zamašeni erlenmajerici v temnem prostoru 30 minut. Nato dodamo 15 ml 10% raztopine kalijevega jodida in približno 150 mL destilirane vode ter titrimo z 0,1 M raztopino natrijevega tiosulfata, dokler barva ni svetlo rumena. Dodamo 1 do 2 mL raztopine škroba in nadaljujemo titriranje, dokler modra barva ne izgine.

Vzporedno na enak način opravimo slepi poskus (brez olja).^[7]

OPOMBA: Ker delamo z nevarnimi in hlapnimi snovmi, vajo izvajamo v digestoriju.



Silika 19: Šolski digestorij

6 MERITVE IN RAČUNI

OPOMBA: Ker sem delal z dvema različno standardiziranimi raztopinama $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ je zato slepi poskus pri nekaterih vzorcih različen. Pri vzorcih, kjer sem uporabljal prvo raztopino $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, torej raztopino A, je slepi poskus označen z A. Ko pa sem uporabljal drugo raztopino $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, torej raztopino B, je slepi poskus označen z B.

Slepi poskus (A): 47,1 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Tabela 1: Jodovo število sončničnega olja

Sončnično olje	Masa olja (+/- 0.0002) g	Poraba $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (+/- 0,05) mL	Jodovo število [g joda /100 g vzorca]	Povprečno jodovo število	Pričakovana vrednosti
1. paralelka	0,3862	10,85	121	122	120-136
2. paralelka	0,4536	3,6	123		

Primer izračuna jodovega števila za prvo paralelko vzorca sončničnega olja:

$$\begin{aligned} \text{Jodovo število} &= \frac{(V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(s.v)) - V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)) * c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * M(I) * 100}{m(\text{vzorca})} \\ &= \frac{(0,0471 \text{ L} - 0,01085 \text{ L}) * 0,1013 \frac{\text{mol}}{\text{L}} * 126,90 \frac{\text{g}}{\text{mol}} * 100}{0,3862 \text{ g}} = 120,66 \end{aligned}$$

OPOMBA: Rezultati vseh paralelek se izračunajo na enak način.

Slepi poskus (A): 47,1 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Tabela 2: Jodovo število olivnega olja

Olivno olje	Masa olja (+/- 0.0002) g	Poraba $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (+/- 0,05) mL	Jodovo število [g joda /100 g vzorca]	Povprečno jodovo število	Pričakovana vrednost
1. paralelka	0,4095	21,6	80	81,5	80-88
2. paralelka	0,2590	30,3	83		

Slepi poskus (B): 50,9 ml Na₂S₂O₃

Tabela 3: Jodovo število kokosove masti

Kokosova mast	Masa olja (+/- 0.0002) g	Poraba Na ₂ S ₂ O ₃ (+/- 0,05) mL	Jodovo število [g joda /100 g vzorca]	Povprečno jodovo število	Pričakovana vrednost
1. paralelka	0,2143	49,65	8	8,5	7 – 10
2. paralelka	0,2077	49,50	9		

Slepi poskus (B): 50,9 ml Na₂S₂O₃

Tabela 4: Jodovo število kapsul OMEGA3

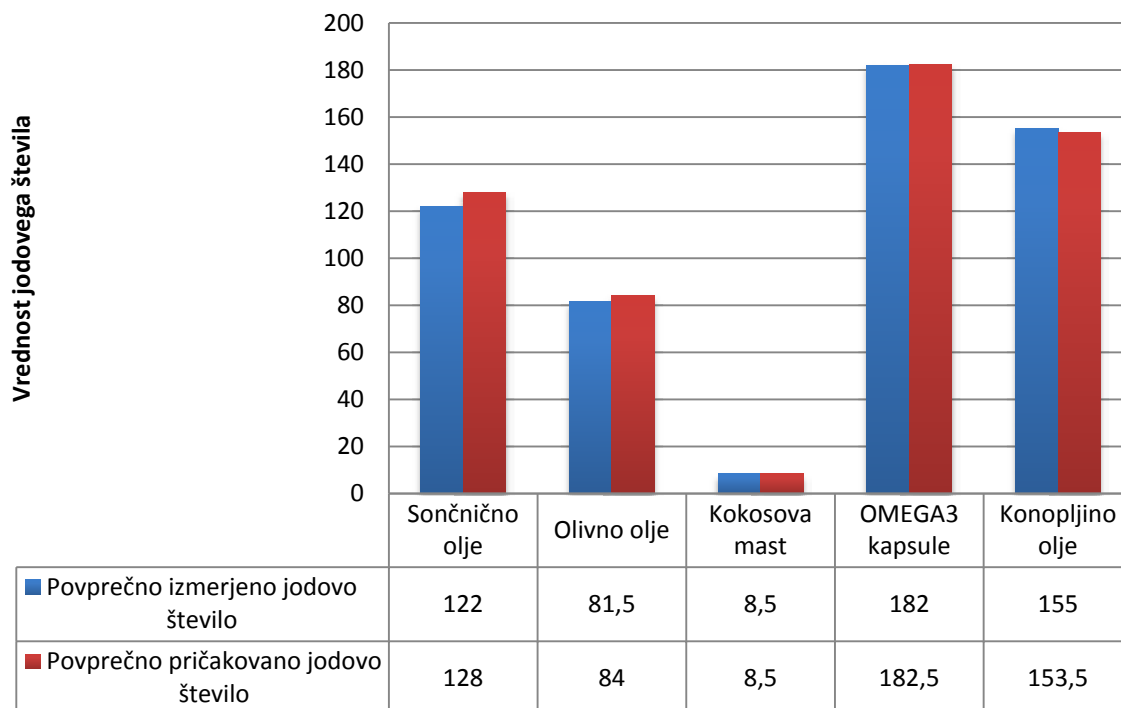
OMEGA3 kapsule	Masa olja (+/- 0.0002) g	Poraba Na ₂ S ₂ O ₃ (+/- 0,05) mL	Jodovo število [g joda /100 g vzorca]	Povprečno jodovo število	Pričakovana vrednost
1. paralelka	0,2275	19,10	185	182	175 - 190
2. paralelka	0,2295	19,20	183		

Slepi poskus (B): 50,9 ml Na₂S₂O₃

Tabela 5: Jodovo število konopljinca olja

Konopljinca olje	Masa olja (+/- 0.0002) g	Poraba Na ₂ S ₂ O ₃ (+/- 0,05) mL	Jodovo število [g joda /100 g vzorca]	Povprečno jodovo število	Pričakovana vrednost
1. paralelka	0,2182	25,55	154	155	140-167
2. paralelka	0,2571	20,60	156		

Povprečne vrednosti izmerjenih in pričakovanih rezultatov jodovega števila



Graf 1: Povprečne vrednosti izmerjenih in pričakovanih rezultatov jodovega števila

7 RAZPRAVA

Pričakovano imajo najvišjo vrednost jodovega števila kapsule OMEGA 3. Rezultat pojasni zgradba teh maščob, saj so zgrajene iz polinenasičenih maščobnih kislin, kar pomeni, da je bilo v tem vzorcu največ dvojnih vezi in se je tako lahko vezala največja količina joda.

Zadnje čase se veliko govori o konopljinem olju in njegovem pozitivnem vplivu na zdravje. Po opravljeni analizi lahko te trditve potrdim, saj so meritve pokazale, da ima kar visoko jodovo število, kar pomeni, da je zelo nenasičeno. Takšne maščobe pa imajo blagodejen vpliv na naše telo.

Najnižjo vrednost jodovega števila je imela kokosova mast. Seveda to zdaj ne pomeni, da se jo moramo strogo izogibati – ravno nasprotno. Zaradi velike nasičenosti je toplotno dobro odporna, zato je odlična za cvrtje.

Skratka, če povzamem ugotovitve, lahko rečem, da so maščobe, ki imajo vrednost jodovega števila nižjo od 10 zelo nasičene, tiste, ki pa imajo vrednost višjo od 155 pa zelo nenasičene.

Prva začetna hipoteza je bila, da bo najvišje jodovo število pri kapsulah OMEGA 3 in to lahko tudi potrdim. Tudi druga zastavljena hipoteza, v kateri sem trdil, da bo najmanjša vrednost jodovega števila pripadla kokosovi masti, je potrjena.

8 VIRI IN LITERATURA

- [1] Smrdu, A. (2008): Kemija. Snov in spremembe 3. Ljubljana: Jutro, 128-132.
- [2] Kornhauser, A. (1996): Kemija. Organska kemija II. Ljubljana: DZS, 120-130.
- [3] Haupt, W. (1994): Poznavanje blaga. Celovec, Ljubljana, Dunaj: Mohorjeva založba. 106-109.
- [4] Gorenc, D., Gorenc, B., Gomišček, S. (1989): Analizna kemija. Gravimetrična in volumetrična analiza. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 65-66.
- [5] Revija Aura. Št. 164, 28. 3. 2003.
- [6] Dostopno na:
<http://www2.arnes.si/~ssmbszsls/srednja/projekti/karmen/jodovost.htm> (8. 3. 2014).
- [7] Gorenc, D., Gorenc, B., Gomišček, S. (1989): Analizna kemija. Gravimetrična in volumetrična analiza. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 89.
- [8] Dostopno na:
http://www.zpmmb.si/attachments/sl/747/Oksidativna_stabilnost_izbranih_rastlinskih_olj.pdf (7. 3. 2014).

9 VIRI SLIK

Slika 1: Maščobe so estri glicerola in maščobnih kislin

Dostopno na:

http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/mascobe/molekula_mascobe_osnovna.gif (8. 3. 2014).

Slika 2: Glicerol

Dostopno na:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/97/Glycerin.svg/120px-Glycerin.svg.png> (1. 3. 2014).

Slika 3: Glavne nasičene maščobne kisline

Kornhauser, A. (1996): Kemija. Organska kemija II. Ljubljana: DZS, 125.

Slika 4: Glavne nenasičene maščobne kisline

Kornhauser, A. (1996): Kemija. Organska kemija II. Ljubljana: DZS, 126.

Slika 5: Molekula nasičene maščobne kisline

Dostopno na:

http://patentimages.storage.googleapis.com/WO2011056982A1/imgf000003_0001.png (1. 3. 2014).

Slika 6: Molekula enkrat nenasičene maščobne kisline

Dostopno

na: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Isomers_of_oleic_acid.png (1. 3. 2014).

Slika 7: Molekula večkrat nenasičene maščobne kisline

Dostopno na:

<http://e004777c130eade00234-5ddb36df15af65ab8482e83373c53fe5.r41.cf1.rackcdn.com/images/38.jpg> (1. 3. 2014).

Slika 8: Akrolein, kot ga vidijo naše oči

Dostopno na:

http://www.mmmrecepti.si/file/7240798/fmpgtmp_irr42c.jpeg (8. 3. 2014).

Slika 9: Molekula akroleina

Dostopno na:

<http://www.denstoredanske.dk/@api/deki/files/368/=243368.801.png?size=webview> (8. 3. 2014).

Slika 10: Živila bogata z maščobami

Haupt, W. (1994): Poznavanje blaga. Celovec, Ljubljana, Dunaj: Mohorjeva založba, 106.

Slika 11: Losos je bogat vir esencialnih maščob, zlasti OMEGA 3

Dostopno na:

http://www.maxx.si/slike/prva_besedilo/12954-losos-clanek2.jpg (8. 3. 2014).

Slika 12: Olivno olje

Dostopno na:

http://cudezno-drevo.si/sites/default/files/10000048-olivno_olje-ae598aeb02ff1aa4.jpg (8. 3. 2014).

Slika 13: Oreščki

Dostopno na:

http://www.slovenskenovice.si/sites/slovenskenovice.si/files/styles/s_1280_1024/public/dti_imageport/2014/01/31/image_10175568_0.jpg?itok=JOvONNNv (8. 3. 2014).

Slika 14: Škrobovica (Lasten vir.)

Slika 15: Titracija raztopine joda v etanojski kislini z $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Lasten vir.)

Slika 16: Titracija raztopine joda v etanojski kislini z $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Lasten vir.)

Slika 17: Titracija raztopine joda v etanojski kislini z $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Lasten vir.)

Slika 18: Šolski digestorij (Lasten vir.)

10 ZAHVALA

Pri mojem delu mi je pomagalo veliko ljudi. Zato bi se rad zahvalil moji mentorici gospe Mojci Drofenik Čerček, ki mi je pomagala pri raziskovanju, pregledala mojo nalogo in mi, kadar je bilo treba, priskočila na pomoč s kakšnim nasvetom. Prav tako bi se rad zahvalil laborantki gospe Sabini Litera, ki ji ni bilo nikoli težko ustreči mojim potrebam. Zahvalil bi se tudi profesorici za angleščino gospe Klavdiji Špur Jereb, ki je pregledala moj povzetek v angleškem jeziku in profesorici za slovenščino, gospe Valentini Hrastnik, ki je celotno nalogo lektorirala.