

**UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA VEDE O ZDRAVJU**

ZAKLJUČNA PROJEKTNA NALOGA

KRISTINA VUKADINOVIĆ

Izola, 2016

**UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA VEDE O ZDRAVJU**

**KRILOVO OLJE KOT BOGAT VIR NENASIČENIH
MAŠČOBNIH KISLIN**

**KRILL OIL AS SOURCE RICH OF UNSATURATED FATTY
ACIDS**

Študentka: KRISTINA VUKADINOVIĆ

Mentor: prof. dr. DARJA BARLIČ MAGANJA

Študijski program 1. Stopnje Prehransko svetovanje – dietetika

Izola, 2016

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisana Kristina Vukadinović izjavljam, da je predložena zaključna projektna naloga izključno rezultat mojega dela in

- sem poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oziroma citirana v skladu s pravili UP Fakultete za vede o zdravju;
- se zavedam, da je plagiatorstvo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah UL št. 16/2007 (v nadaljevanju ZASP) kaznivo.

KLJUČNE INFORMACIJE O DELU

Naslov	Krilovo olje kot bogat vir nenasičenih maščobnih kislin
Tip dela	zaključna projektna naloga
Avtor	VUKADINOVIĆ, Kristina
Sekundarni avtorji	BARLIČ MAGANJA, Darja (mentor); POKLAR VATOVEC, Tamara (recenzent)
Institucija	Univerza na Primorskem, Fakulteta za vede o zdravju
Naslov inst.	Polje 42, 6310 Izola
Leto	2016
Strani	V, 48 str., 9 pregl., 5 sl., 39 vir
Ključne besede	krilovo olje, esencialne maščobne kisline, omega 3, fosfolipidi, ribje olje
UDK	613.268
Jezik besedila	slv
Jezik povzetkov	slv/eng
Izvleček	Dolge nenasičene verige maščobnih kislin, kot sta omega-3 EPA in DHA v olju antarktskih rakcev imenovanih kril, so v zadnjem času deležne številnih raziskav, s katerimi znanstveniki dokazujejo hitrejšo absorpcijo le-teh v telo. Ugotovitve kažejo, da je razlika v vsrkavanju in telesni razpoložljivosti omega-3 maščobnih kislin odvisna od tega, v kakšni obliki prispejo do črevesnih resic. Zaradi pomanjkanja informacij o ugodnih vplivih krilovega olja je bil namen naloge predstaviti dolgoverižne maščobne kisline, ki so v krilovih rakcih povezane s fosfolipidi, ki omogočajo hitrejšo absorpcijo EPA in DHA ter s tem ugodno vplivajo na številna bolezenska stanja. V uvodnem delu je predstavljen pomen maščob v vsakodnevni prehrani ter njihova kemijska opredelitev. Osrednji del pa opisuje lastnosti krilovega olja, njegovo pridobivanje in sestavo. V osrednjem delu se opredeljuje tudi primerjava delovanja med krilovim in ribjim oljem na različna bolezenska stanja, ter dostopnost krilovega olja na slovenskem tržišču. Ugotovljeno je bilo, da ima krilovo olje boljšo biorazopozljivost kljub manjši vsebnosti EPA in DHA kot olje iz rib. Zato se smatra kot boljši vir za preskrbo telesa z omega-3 maščobnimi kislinami. Zraven tega je onesnaženost teh rakcev s težkimi kovinami običajno manjša kot pri ribah, saj so na dnu prehranske verige. To pomeni, da je v olju krilovih rakcev tudi manj nečistoč.

KEY WORDS DOCUMENTATION

Title	Krill oil as source rich of unsaturated fatty acids
Type	Final project assignment
Author	VUKADINOVIC, Kristina
Secondary authors	BARLIČ MAGANJA, Darja (supervisor); POKLAR VATOVEC, Tamara (reviewer)
Institution	University of Primorska, Faculty of Health Sciences
Address	Polje 42, 6310 Izola
Year	2016
Pages	VI, 46 p., 9 tab., 5 fig., 39 ref.
Keywords	krill oil, essential fatty acids, omega 3, phospholipids, fish oil
UDC	613.268
Language	slv
Abstract language	slv/eng
Abstract	<p>The long unsaturated fatty chain acids such as omega 3 -EPA and DHA in the oil of-antarctic crabs named krill have recently had a number of studies in which scientists are trying to demonstrate and prove more rapid absorption those into the body. The findings show that the difference in absorption and physical availability of omega-3 fatty acids depends on the form in which they arrive to the intestinal villis. Due to the lack of information on positive impact of krill oil , the purpose of this work is presenting long-chain fatty acids that are in krill connected together whit phospholipids. Phospholipids allow faster absorption of EPA and DHA and with that they have beneficial effect on numerous health issues. In the introductory section is presented the importance of fats in the daily diet and their chemical definition. The central part describes the properties of krill oil extraction of krill oil and its composition. In the central part of this work you can find a comparison of performance of Krylov and fish oil on various disease states and availability of krill oil in Slovenian market. The researches show that krylov oil has better bioavailability, despite of the fact that it contains lower level of EPA and DHA than fish oil. Because of that fact it is therefore considered that krylov oil is better source of OMEGA 3 fatty acids for our body. Other benefit is that the pollution of those crabs with heavy metals is usually smaller than in fishes, because they are on the bottom of food chain which means that the krill oil has less impurity.</p>

KAZALO VSEBINE

KRILOVO OLJE KOT BOGAT VIR NENASIČENIH MAŠČOBNIH KISLIN	3
IZJAVA O AVTORSTVU	I
KLJUČNE INFORMACIJE O DELU	I
KEY WORDS DOCUMENTATION	II
KAZALO SLIK	IV
KAZALO PREGLEDNIC	V
SEZNAM KRATIC	VI
1 UVOD	1
1.1 Kemijska opredelitev maščob in njihov vpliv na zdravje	3
1.1.1 Steroidi	3
1.1.2 Fosfolipidi	4
1.1.3 Trigliceridi	4
1.2 Pomen uživanja in izvor omega-3 maščobnih kislin	6
1.2.1 EPA	7
1.2.2 DHA	7
1.3 Pomen uživanja in izvor omega-6 maščobnih kislin	8
1.4 Pomen razmerja omega-3 in omega-6 maščobnih kislin v telesu	8
1.5 Namen in uporaba prehranskih dopolnil	9
1.5.1 Namen in uporaba dietetičnih živil za posebne zdravstvene namene	10
2 NAMEN IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA	11
3 METODE DELA IN MATERIALI	12
4 REZULTATI	13
4.1 Krilovo olje	13
4.1.1 Pomen krilovega olja za zdravje	15
4.2 Primerjava krilovega in ribjega olja	17
4.2.1 Primerjava biorazpoložljivosti EPA in DHA v krilovem in ribjem olju	18
4.2.2 Primerjava krilovega in ribjega olja pri vplivu na holesterol in trigliceride	19
4.2.3 Primerjava krilovega in ribjega olja pri vplivu na predmenstrualni sindrom	21
4.3 Krilovo olje na slovenskem tržišču	22
4.3.1 Prehranska dopolnila in živila za posebne zdravstvene namene z vsebnostjo krilovega olja na slovenskem tržišču	22
5 RAZPRAVA	28
6 ZAKLJUČEK	33
7 VIRI	34
POVZETEK	37
SUMMARY	38
ZAHVALA	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Kemijska zgradba holesterola	3
Slika 2: Kemijska zgradba omega-3 in omega-6 maščobne kisline	6
Slika 3: Eusophausia superba	13
Slika 4: Omega-3 fosfolipid	14
Slika 5: Celična membrana in fosfolipidni dvosloj	15

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Prehranska priporočila za osebe starejše od 25 let (Referenčne vrednosti za vnos hranil).....	1
Preglednica 2: Vrednost maščob v krvi pri prvi skupini, ki je prejela 1 g krilovega olja na dan.....	19
Preglednica 3: Vrednost maščob v krvi pri drugi skupini, ki je prejela 1,5 g krilovega olja na dan.....	19
Preglednica 4: Vrednost maščob v kri pri tretji skupini, ki je prejela 2 g krilovega olja na dan.....	20
Preglednica 5: Vrednost maščob v krvi pri četrti skupini, ki je prejela 3 g krilovega olja na dan.....	20
Preglednica 6: Vrednost maščob v krvi pri peti skupini, ki je prejela 3 g ribjega olja na dan.....	20
Preglednica 7: Vrednost maščob v krvi pri šesti skupini, ki je prejela placebo.....	20
Preglednica 8: Vrednosti glukoze pri vseh šestih skupinah.....	21
Preglednica 9: Študija trimesečnega jemanja Neptunovega krilovega olja izdelka CardioMed	24

SEZNAM KRATIC

2AG	2 arachidonunoyl glycro, 2-arahidoniol glicerol
AA	arachidonic acid, arahidonska kislina
ALA	alfa linolenic acid, alfa linolenska kislina
DGLA	dihmo gamma linolenic acid, dihmno gama linolenska kislina
DHA	docosahexaenoic acid, dekazaheksanojska kislina
DPA	docosapentanoic acid, dokozapentanojska kislina
EFSA	European food safety authority, Evropska agencija za varno hrano
EPA	eicosapentaenioc acid, eikizapentanojska kislina
GLA	gamma linolenic acid, gama linolenska kislina
HDL	high denesity lipoprotein, lipoprotein z visoko gostoto
LDL	low denesity lipoprotein, lipoprotein z nizko gostoto
Omega-3	linolna maščobna kislina
Omega-6	linolenska maščobna kislina
SZO	Svetovna združena organizacija
VLDL	very low denesity lipoprotein, lipoprotein z zelo nizko gostoto
VSFDA	United States food and drug administration, Agencija Združenih držav Amerike za hrano in zdravila

1 UVOD

Zdravo prehranjevanje vključuje energijsko in hranilno uravnoteženo prehrano ter ob enem varno in varovalno prehrano, ki ohranja ter krepi človekovo zdravje. Za doseganje uravnotežene prehrane uporabljamo normative in referenčne vrednosti za vnos hranilnih snovi, ki pa so specifični glede na spol, telesno dejavnost ter druga stanja in so lahko ocenjene, priporočene ali orientacijske vrednosti (Hlastan Ribič, 2009).

Človeški organizem nima potrebe po določenih živilih, temveč ima potrebo po energiji, ki jo pridobiva iz hrane in po esencialnih hranljivih snoveh. To dejstvo nakazuje, da je potrebe vsakega človeka po hrani moč nadomestiti z neštetimi možnimi kombinacijami živil in da je živila mogoče tudi dopolnjevati s potrebnimi organskimi in anorganskimi hranljivimi snovmi. Kljub temu priporočila različnih avtorjev o pomembnem deležu energije iz posameznih hranilnih snovi, ki so navedena v preglednici 1, pričajo o tem, kako pomembno je v prehrano vključevati različne vire energijsko bogate hrane (Kocijančič in Mravlje, 1998; Hlastan Ribič, 2009).

Preglednica 1: Prehranska priporočila za osebe starejše od 25 let (Referenčne vrednosti za vnos hranil)

Hranilo	Delež celotne potrebne energije/dan
Skupne maščobe	< 30 % *
Nasičene maščobne kisline	< 10 % **
Mononenasičene maščobne kisline	> 10 %
Polinenasičene maščobne kisline	7 % (< 10 %) ***
Trans maščobne kisline	< 1 %
Ogljikovi hidrati	≥ 50 %
Mono in disaharidi	< 10 %
Beljakovine	0,8 g/kg telesne mase
Prehranske vlaknine	3,8 g/MJ – ženske 2,9 g/MJ – moški

*Osebe s težkimi fizičnimi deli lahko zaužijejo do 35 %, če zaužijejo dovolj sadja in zelenjave glede na energijsko potrebo.

**Novejša priporočila Svetovne zdravstvene organizacije navajajo do 7 % dnevnega energijskega vnosa.

***V primeru, da vnos nasičeni maščob presega 10 % dnevnega energijskega vnosa.

Referenčne vrednosti, ki jih prikazuje preglednica 1, navajajo količine hranilnih snovi, za katere velja, da skoraj vse osebe varujejo pred prehransko pogojenimi bolezenskimi stanji ter omogočajo njihovo polno storilnost. Poleg tega naj bi ob rednem vnosu omogočale nastanek telesne rezerve posameznih hranil, tako da so le-ta na voljo ob nenadnih povečanjih potreb. Od vseh naštetih imajo maščobe najvišjo energijsko vrednost, saj 1 g maščob sprosti 9 kcal energije. En gram ogljikovih hidratov sprosti 4 kcal energije in en gram beljakovin sprosti ravno tako 4 kcal energije (Hlastan Ribič, 2009).

Na področju zdrave, bolj uravnotežene humane prehrane je v zadnjih letih veliko raziskav osredotočenih na pomen v obroku zaužitih maščob. V prehrani so maščobe skupno ime za masti in olja živalskega ter rastlinskega izvora. Maščobe so pri sobni

temperaturi v trdem agregatnem stanju, olja pa v tekočem agregatnem stanju. Osnovna značilnost maščob je hidrofobnost, kar pomeni, da se ne mešajo z vodo. Večina maščob v človekovem telesu je iz prostih maščobnih kislin (Grubič, 2006).

Prisotnost določenega deleža maščob v naši prehrani je nujna, saj so vir energije, ko se porabijo vse glikogenske zaloge. Maščobne kisline začnejo takrat oksidirati in tvoriti telesu uporabno energijo. So gradniki celičnih membran in organelov znotraj celice ter tako omogočajo, da celični procesi potekajo neodvisno eden od drugega (Grubič, 2006). Maščobe so vir nekaterih življenjsko nujnih esencialnih maščobnih kislin ter medij za v maščobah topne vitamine, kot so vitamin A, D, E in K (NIJZ, 2014). Povečujejo tudi energijsko gostoto hrane. Izboljšujejo konsistenco, vonj ter okus živil (Hlastan Ribič, 2009). Poleg vsega naštetega imajo maščobe še nekatere druge naloge, v katerih sicer sodeluje manj njihovih predstavnikov, ki pa imajo kljub temu velik funkcionalen pomen. Med te uvrščamo tvorbo površinsko aktivnih substanc npr. surfaktanta v pljučnih mešičkih, ki omogoča normalno površinsko raztezanje in krčenje teh mešičkov med dihanjem, sodelujejo tudi pri signalizaciji v organizmu, kjer velja posebej omeniti steroide in prostanglandine ter druge derivate arahidonske kisline (angl. »arachidonic acid« – v nadaljevanju AA) (Grubič, 2006).

V današnjem času je zelo pomembno upoštevati dejstvo, da imajo maščobe visoko energijsko vrednost, zato lahko z njihovim prekomernim uživanjem tvegamo, da bomo pridobili telesno maso. Tudi prevelik dnevni vnos nasičenih maščobnih kislin, holesterola ter transmaščobnih kislin lahko privede do škodljivega vpliva na zdravje, še zlasti na razvoj srčno-žilnih bolezni (NIJZ, 2014). Ob prekoračenem vnosu dnevnih potreb po maščobah, ki za odraslega človeka znaša med 30 % in 35 %, lahko nastopi tveganje za sladkorno bolezen, povišan krvni tlak in nekatere vrste raka, predvsem raka dojke, debelega črevesja, slinavke in prostate. Dokazano je, da vsakodnevni 40 % vnos maščob povečuje tveganje za alterosklerozo in raka na danki (Hlastan Ribič, 2009). Vedno več je tudi dokazov, da zmanjšan vnos maščobnih kislin ne privede nujno do zelenega rezultata; to je zmanjšanje pogostosti omenjenih bolezenskih stanj, in ima lahko na organizem škodljive učinke (Červek, 2012).

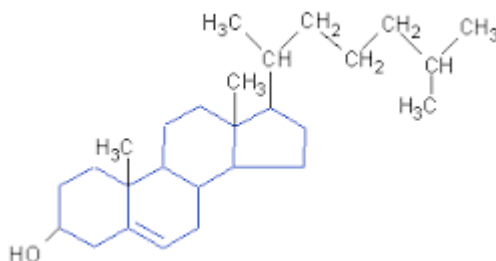
Prehrana naših prednikov je bila drugačna od prehrane današnjega človeka, ki je tako zelo podvržen nepravilnemu vnosu maščob. Intenzivno poljedelstvo je po eni strani prineslo izobilje hrane v razvitem svetu, po drugi strani pa je hrana postala bolj enolična in revna z nekaterimi nujno potrebnimi hranili. Sodoben človek v svojo prehrano veliko pogosteje vključuje žita, kot so pšenica, koruza, riž itd., ta pa so po svoji sestavi osiromašena z esencialnimi maščobnimi kislinami omega-3. Tudi večina prehranskih olj (sončnično, koruzno, bučno itd.), ki vsebujejo omega-6, so se v sodobnem času začela veliko pogosteje uporabljati v prehranske namene. S tako veliko porabo olj, obogatenih z omega-6 maščobno kislino, ki sicer sodi med esencialne maščobne kisline in je v telesu nujno potrebna, se je začelo v telesu rušiti izjemno pomembno razmerje med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami. Naši predniki so maščobe dnevno zaužili v zelo nizkem deležu, saj jim niso bile tako lahko dostopne, kot so nam danes. Po drugi strani pa so se prehranjevali veliko bolj pestro in so v svojo prehrano pogosteje vključevali esencialno maščobno kislino omega-3 (Červek, 2012).

1.1 Kemijska opredelitev maščob in njihov vpliv na zdravje

V grobem maščobe delimo na enostavne in sestavljene ali pa na polarne in nepolarne. Enostavne maščobe so zgrajene iz lipidnih komponent, sestavljene pa so kombinacija lipidnih in nelipidnih sestavin (Grubič, 2006). Maščobe so v vodi netopne snovi, ki jih razdelimo na fosfolipide, steriode, med katere sodi holesterol, in trigliceride, ki jih lahko opredelimo glede na nasičenost z dvojnimi vezmi. Trigliceride uvrščamo v skupino človeku pomembnih enkrat nenasičenih maščobnih kislin ter večkrat nenasičenih maščobnih kislin. Druga skupina trigliceridov so nasičene maščobne kisline, ki v prekomerni meri lahko človeku povzročajo zdravstvene težave. Od vseh zgoraj naštetih imajo le fosfolipidi možnost, da se lahko zaradi svoje strukture pomešajo z vodo. Za lažje razumevanje sestave maščob in njihovega delovanja uporabljamo papirnato kromatografijo, ki jo je leta 1950 razvila dr. Johanna Budwig (Kocjančič in Mravlje, 1980; Lončar in Dolinar, 2014).

1.1.1 Steroidi

Med steriode se uvršča holesterol kot pomembna nepolarizirana lipofilna gradbena enota vsake celične membrane, ki je v lipofilnem delu dvojnega fosfolipidnega sloja. Holesterol, katerega kemijsko zgradbo prikazuje slika 1, s svojo strukturo sodeluje pri vzdrževanju viskoznosti membran in je pomembna prestopnja biološko aktivnih učinkovin, zlasti steroidnih hormonov in žolčnih kislin (Kocjančič in Mravlje, 1998). V žolču prisotnost holesterola povečuje topnost fosfolipidov. Če v žolčniku pride do motnje topnosti holesterola, to privede do holesterolnih žolčnih kamnov (Grubič, 2006). Holesterol po krvi kroži v obliki lipoproteinskih molekul kot eksogena ali endogena molekula (Kocjančič in Mravlje, 1998).



Slika 1: Kemijska zgradba holesterola

Holesterol je maščoba, ki je za človeka izjemno pomembna, njegove mejne vrednosti pa so pri prebivalcih Evrope med 4 in 5,2 mmol/l in nekoliko nihajo glede na spol, starost, raso itd. Le okoli 30 % celokupnega holesterola v plazmi najdemo v prosti obliki, okoli 70 % holesterola pa je vezanega v holesterolne estre z različnimi prostimi maščobnimi kislinami, med katerimi prevladuje linolna kislina. Prosti holesterol ima v lipoproteinih amfifilni značaj, če pa tvori estre s prostimi maščobnimi kislinami, postane hidrofoben, kar pa je del pomembnega mehanizma v transportu holesterola na delcih lipoproteina z visoko gostoto (angl. »high density lipoprotein« – v nadeljevanju HDL). V človeškem telesu poznamo več različnih oblik holesterola. Za lipoproteine z nizko gostoto (angl. »low density lipoprotein« – v nadeljevanju LDL) velja, da nastajajo predvsem kot produkt razgradnje lipoproteinov zelo nizke gostote (angl. »very low density lipoprotein« – v nadeljevanju VLDL) in omogočajo prenos holesterola raznim tkivom, ki ga potrebujejo za sintezo svojih celičnih membran ali pa za sintezo steroidnih

hormonov. Ko je koncentracija holesterola LDL v celicah uravnana, takrat LDL ne povzroča nikakršnih zdravstvenih težav. V primeru dvokratnega porasta koncentracije LDL se zmanjša število receptorjev za LDL v celicah in privzem holesterola se v celicah upočasni. Problem nastane tudi v primeru, ko LDL v krvi oksidira pod vplivom prostih radikalov in opisano uravnavanje prek povratne zveze ne deluje. Takrat se začne holesterol kopičiti v celicah. Takšno kopičenje privede do oblog na žilnih stenah in posledično do ateroskleroze. HDL ima nasprotno vlogo, saj prenaša presežek holesterola iz perifernih tkiv v jetra. Tam se holesterol preko žolča izloči posredno ali neposredno s pomočjo žolčnih soli. Večja koncentracija HDL tako upočasni proces ateroskleroze s pomočjo konstantnega odstranjevanja odvečnega holesterola (Grubič, 2006).

Zelo pomembno je ohranjati nivo krvnih maščob. Raziskava so potrdile, da se vrednost HDL-holesterola pod 1,0 mmol/l odraža kot povečano tveganje za srčno-žilna obolenja, tudi pri ljudeh, ki imajo normalne vrednosti celokupnega in LDL-holesterola. Vrednosti med 1,0 mmol/l in 1,6 mmol/l se smatrajo kot normalne. Vrednosti nad 1,6 mmol/l HDL-holesterola pa predstavljajo zaščitno vlogo pri srčno-žilnih boleznih. Mejne vrednosti LDL-holesterola se gibljejo med 3,4 in 4,1 mmol/l. Pod to mejo se smatrajo kot normalne, nad to mejo pa predstavljajo povečano tveganje za nastanek bolezni srca in ožilja (Olup Voh, 2011).

1.1.2 Fosfolipidi

Fosfolipidi so glavna gradbena komponenta številnih bioloških membran in so po skupni masi največja lipidna sestavina v telesu. V plazmi so vezani v celovite lipoproteinske molekule. Kemijsko so estri glicerola in aminoalkohola sfingozina z maščobnimi kislinami ter fosfatidi. Sestavljeni so iz polarnega dela, ki ga sestavlja glicerol in nepolarnega dela iz maščobnih kislin. S polarno usmerjenostjo na površini lipoproteinskih molekul omogočajo shranjevanje in prenašanje v vodi netopnih lipidov. Normalna serumska koncentracija je od 1,9 do 3,2 mmol/l (Kocjančič in Mravljje 1998).

1.1.3 Trigliceridi

Trigliceridi so strokovno ime za enostavne maščobe (Lončar in Dolinar, 2014). V telesu se shranjujejo kot kapljice koncentrirane energijske rezerve v adipocitih, delno pa krožijo s krvjo v lipoproteinskih skupinah (Kocjančič in Mravljje, 1998). So estri glicerola in prostih maščobnih kislin. Znano je, da se različno dolge maščobne kisline v organizmu presnavljajo drugače. Maščobne kisline, ki vsebujejo od štiri do deset ogljikovih atomov, imenujemo kratko verižne maščobne kisline. V telesu se skupaj s srednje verižnimi maščobnimi kislinami, ki vsebujejo od enajst do sedemnajst ogljikovih atomov, vsrkajo in prebavijo hitreje, kot dolgo verižne maščobne kisline z osemnajstimi ali več ogljikovimi atomi. To dejstvo je pomembno predvsem za ljudi, ki imajo težave s prebavili (Lončar in Dolinar, 2014).

V grobem trigliceride delimo na nasičene maščobne kisline in nenasičene maščobne kisline ter na esencialne in nesencialne maščobne kisline.

Nasičene maščobne kisline

Nasičene maščobne kisline v svoji alkilni verigi nimajo nobenih dvojnih vezi. Za

človeški organizem sta najpomembnejša predstavnika palmitinska kislina s šestnajstimi ogljikovimi atomi in stearinska kislina z osemnajstimi ogljikovimi atomi (Grubič, 2006). Dokazano je, da presežek nasičenih maščobnih kislin privede do bolezni srca in ožilja ter nekaterih oblik raka. Raziskave so potrdile, da nasičene maščobne kisline zavirajo celični privzem LDL-holesterola preko receptorjev, kar vodi do zvišanja koncentracije holesterola LDL v krvi. Poleg tega pa naj bi pospeševale sintezo apo B-100 v jetrih in tako dodatno vplivale na zvišanje LDL-holesterola (Hlastan Ribič, 2009).

Nenasičene maščobne kisline

Nenasičene maščobne kisline lahko razdelimo glede na število dvojnih vezi, na mononenasičene, ki imajo samo eno dvojno vez in na polinenasičene, ki imajo v svoji sestavi več dvojnih vezi. V človekovem organizmu je glavni predstavnik mononenasičenih maščobnih kislin oleinska kislina. K pomembnejšim polinenasičenim maščobnim kislinam pa uvrščamo linolno ali pod drugim imenom bolje poznano omega-6 maščobno kislino, linolensko ali omega-3 maščobno kislino in AA. Vse nenasičene maščobne kisline so lahko glede na razvrstitev alkilnih verig ob dvojnih vezeh v cis in trans obliki. Čeprav se ti dve obliki kemijsko ne razlikujeta, pa lahko imata različne fizikalne in kemijske lastnosti. Oblike trans v naravnih maščobah praktično ni, to pa ne velja za industrijsko predelane maščobe, ki so ravno zaradi prisotnosti trans oblik zdravju škodljive (Grubič, 2006).

Imeni cis in trans se sicer v kemiji nanašata na položaj vodikovih radikalov, vezanih na verigo maščobne kisline. Trans maščobe so povezane z nastankom srčno-žilnih bolezni, saj rušijo razmerje med dobrim HDL in slabim holesterolom LDL v krvi ter dokazano dvigujejo raven LDL-holesterola.

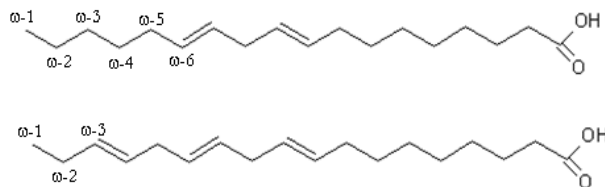
Poleg tega so pri preučevanjih pomnjenja ter delovanja možganov pri starostnikih odkrili, da so imeli tisti z višjim deležem trans maščobnih kislin v telesu težave s pomnjenjem in normalnim delovanjem možganov, kar lahko vodi do Alzheimerjeve bolezni. Bistveno boljše delovanje možganov so dokazali pri tistih, ki so imeli višje koncentracije zaščitnih faktorjev, kot so vitamini B, C, D, E in omega-3 maščobne kisline. Ker se želimo izogniti negativnemu učinku trans maščobnih kislin v prehrani, moramo upoštevati priporočila, ki narekujejo manj kot 1 % dnevnega vnosa trans maščobnih kislin glede na skupen vnos maščob dnevno (Muzaffari in sod., 2006).

Nenasičene maščobne kisline v optimalni količini zmanjšujejo tveganje za nastanek bolezni srca in ožilja, zato naj bi po priporočilih v dnevni prehrani predstavljale dve tretjini vseh zaužitih maščob. Znano je, da polinenasičene maščobne kisline znižujejo vrednost LDL kot tudi HDL, medtem, ko mononenasičene maščobne kisline znižajo samo LDL, ne pa tudi HDL. Tako naj bi dnevno zaužili okoli 7 %, polinenasičenih maščobnih kislin, mononenasičenih pa 10 % (Grubič, 2006).

Esencialne maščobne kisline

Dolgoverižni maščobni kislini omega-3 in omega-6 sta esencialni, ker organizem teh maščobnih kislin ne more sintetizirati sam. Kemijsko formulo omega-3 in omega-6 ponazarja slika 2. Med esencialne maščobne kisline sodi tudi AA, ki se sicer sintetizira

iz omega-6 maščobne kisline. Obe esencialni maščobni kislini se presnavljata do dolgoveržnih visoko nenasičenih maščobnih kislin, ki so pomembne v fosfolipidni sestavi za nemoteno delovanje bioloških membran in za prenos lipidov (Kocijančič in Mravlje, 1998).



Slika 2: Kemijska zgradba omega-3 in omega-6 maščobne kisline

1.2 Pomen uživanja in izvor omega-3 maščobnih kislin

Omega-3 maščobne kisline so v telesu pomembne kot:

- gradniki elementov celičnih membran v fosfolipidni strukturi,
- gradniki zunajcelične membrane, jedrne membrane in membrane mitohondrijev,
- omogočajo komunikacijo znotraj celice in komunikacijo med celicami,
- uravnavajo proizvodnjo inzulina in drugih presnovnih hormonov,
- tvorijo prostaglandine in levkotriene, ki uravnavajo vnetne procese v telesu,
- vplivajo na krvni tlak in tonus gladkih mišic.

Srčno žilne bolezni

Zadostne količine omega-3 maščobne kisline imajo na organizem hipoholesterolni učinek in znižujejo LDL (Lončar in Dolinar, 2014). Delujejo tudi na povišan krvni tlak, znižujejo vrednost trigliceridov, zmanjšujejo možnost za nastajanje strdkov, zmanjšujejo možnost za nastanek ponovnega infarkta (Sabo, 2013).

Vnetne in avtoimune bolezni

Posebne ugotovitve pričajo o ugodnem vplivu omega-3 na vnetni proces sklepov imenovan artritis. Nekateri raziskave pa so pokazale, da se revmatski vnetni procesi poslabšajo zaradi presnovkov, nastalih iz maščobne kisline AA (Pokorn, 2004). Omega-3 maščobne kisline uravnavajo metabolizem eikozanoidov in tako vplivajo na vnetja ter imunske reakcije v telesu (Sabo, 2013).

Nosečnost in dojenje

Omega-3 maščobna kislina je izjemno pomembna že pri razvoju mrežnice in možganov v prvih treh mesecih nosečnosti. Dokazano je, da lahko zmanjšana količina omega-3 v obdobju razvoja ploda in kasnejši rasti otroka privede do napak v nevrogenezi, metabolizmu neurotransmitorjev, oteženem učenju, motenj v vidu. Novorojenčki in dojenčki so odvisni od količine DHA v mleku, zato mora mati s hrano zagotoviti zadostno količino omega-3, saj maščobe prehajajo skozi materino mleko do otroka (Bangtson Nash in sod., 2014; Sabo, 2013).

Rak

Opređeljene študije pričajo o uporabi omega-3 maščobnih kislin, ki zmanjšujejo tveganje za nastanek raka debelega črevesa, prsi in prostate. Učinek naj bi bil posledica številnih mehanizmov v spremembi rakastih celic kakor tudi v spremembi lastnosti gostiteljskih celic. Povsem natančni mehanizmi na delovanje rakavih celic niso znani. Kljub temu pa številni strokovnjaki zagovarjajo uporabo omega-3 maščobnih kislin pri rakavih bolnikih, da se okrepi njihov imunski sistem in da preprečijo prevelike izgube telesne mase (Sabo, 2013).

V naravi omega-3 maščobne kisline nastopajo v različnih oblikah. Od tu poznamo alfa linolensko maščobno kislino (angl. »alfa linolenic acid« – v nadaljevanju ALA), EPA, DHA ter dokozapentanojsko kislino (angl. »docosapentanoic acid« – v nadaljevanju DPA).

Od vseh naštetih igra v organizmu najpomembnejšo vlogo ALA, ki se v telesu presnavlja do EPA- in DHA-maščobnih kislin ter energijo. ALA najpogosteje najdemo v živilih rastlinskega izvora, kot je olje repice, pridobivajo jo tudi iz pšeničnih kalčkov, orehov in soje. Danes se veliko maščobne kisline ALA uživa tudi v obliki semen chia ter lanenega in konopljinca olja (Pokorn, 2003; Lončar in Dolinar, 2014).

1.2.1 EPA

EPA je funkcionalna maščobna kislina, ki pomembno vpliva na razvoj možganov. V telesu se presnovi do prostaglandina tipa III ter tako zavira vnetja in nastajanje krvnih strdkov v krvožilnem sistemu. Raziskave kažejo, da imajo ljudje, ki uživajo veliko EPA, manjše možnosti za nastanek vnetnih bolezni, kot so Crohnova bolezen, lupus, astma, multipla skleroza itd. Med drugim EPA v telesu deluje kot naravni antidepresiv. EPA vsebujejo predvsem morski organizmi, ribe, ki se prehranjujejo z morskim planktonom, kot je krilov rakec, in alge, ki pa so prvoten vir EPA (Pokorn, 2003; Lončar in Dolinar, 2014).

1.2.2 DHA

DHA je maščobna kislina, ki skrbi za izgradnjo naših možganov, najdemo jo tudi v spermijih in adrenalni žlezi. Zelo pomembno vlogo ima pri razvoju ploda v maternici in je tako nepogrešljivi element med nosečnostjo. Pomanjkanje DHA lahko privede tudi do depresije, slabšega vida, pomanjkanja koncentracije in hiperaktivnosti. DHA skrbi za izgradnjo celičnih membran in za prenos impulzov med živčnimi celicami.

DHA je (tako kot tudi EPA) veliko v fitoplanktonu, olju antarktičnih rakcev in ribah mrzlih voda ter v školjkah (Pokorn, 2003; Lončar in Dolinar, 2014).

Tudi v Sloveniji se prehranska industrija trudi, da bi obogatila hrano z dodatkom omega-3 maščobnih kislin. Na podlagi raziskovalnega dela, opravljenega na Katedri za prehrano Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete v Ljubljani in Razvojnega centra za prehrano Emona v Sloveniji vpeljujejo v proizvodnjo z omega-3 obogatena kokošja jajca, piščančje in prašičje meso. V prehranski verigi pa se pojavlja tudi mleko in obogateni mlečni proizvodi z omega-3. Tehnologija te proizvodnje temelji na obogatitvi prehrane živali z omega-3 maščobnimi kislinami. Kot glavni vir omega-3 maščobnih

kislin za proizvodno krmnih mešanic se uporablja večinoma termično obdelano laneno seme, lahko pa uporabljamo tudi repično olje, ribjo moko ali derivate ribjega olja (Červek, 2012).

Zaradi tako velikega pomena omega-3 maščobne kisline v vsakodnevni prehrani priporočljiva dnevna vrednost dnevnega vnosa omega-3 znaša 0,5 % ali 250 mg EPA in DHA pri zdravi odrasli osebi in otrocih nad 2. letom starosti. Nosečnice in doječe matere morajo pokriti dnevne potrebe po s 100 do 200 mg DHA dnevno. Otroci stari od 6 do 24 mesecev pa naj bi zaužili 100 mg DHA dnevno (Grubič, 2006; Sabo, 2013).

1.3 Pomen uživanja in izvor omega-6 maščobnih kislin

Omega-6 maščobne kisline so v telesu pomembne kot:

- pomemben element pri razvoju možganov,
- spodbujajo rast in razvoj organizma,
- skrbijo za dobro strukturo kože in las,
- imajo protivnetne lastnosti.

Ko v telo vnesemo omega-6 maščobno kislino, se ta v telesu pretvori v gama linolensko kislino (angl. »gamma linolenic acid« – v nadaljevanju GLA) in nato v dihmo gama linolensko kislino (angl. »dihmo gamma linolenic acid« – v nadaljevanju DGLA) ali v AA (Lončar in Dolinar, 2014).

Znanstveniki dokazujejo, da naj bi omega-6 v telesu delovala na znižanje holesterola v krvi in manj na raven trigliceridov (Grubič 2006).

Omega-6 maščobne kisline se nahajajo v sončničnem olju, v olju iz koruznih kalčkov, olju sezama itd. Vir AA kislin predstavlja meso in mleko, medtem ko za telo pomembno GLA vsebujeta svetlinovo in boragino olje ter črni ribez (Lončar in Dolinar, 2014).

1.4 Pomen razmerja omega-3 in omega-6 maščobnih kislin v telesu

Skozi zgodovino se je človek večinoma prehranjeval z divjimi rastlinami, ribami in mesom pašnih živali ter na ta način zaužil veliko dobrih omega-3 maščobnih kislin. S tem se je tudi ohranjalo takratno razmerje 1 : 1 med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami.

Z napredkom in industrializacijo, ki je v prehrano prinesla več rastlinskih olj in več mesa živali, hranjenih z žiti, ter več industrijsko pridelane hrane, pa se je razmerje med omega-3 in omega-6 porušilo. Večina znanstvenikov meni, da je omega-6 maščobne kisline v vsakodnevni prehrani dovolj in da je treba dati poudarek na omega-3 maščobne kisline.

Pravilno ravnovesje v telesu med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami vpliva na delovanje našega imunskega sistema, zlasti na vnetne procese. Lahko rečemo, da premajhen vnos omega-3 maščobnih kislin v telo povečuje število vnetnih odzivov telesa. V telesu se takrat sproži tvorba vnetnih prostaglandinov (Lončar in Dolinar, 2014). Pravilno ravnovesje ščiti naše telo pred avtoimunimi boleznimi, raznimi vnetji in

rakom (Bunea in sod., 2004).

Leta 1994 je svetovna združena organizacija (v nadaljevanju SZO) priporočila prehransko razmerje med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami ter postavilo mejo med 1 : 5 do 1 : 10 (Červek, 2012). Novejše znanstvene ugotovitve SZO iz leta 2003 pa omega-3 in omega-6 postavljajo v razmerje 1 : 2 do 1 : 8. Naša vsakodnevna prehrana namreč temelji na prevelikem vnosu omega-6 maščobnih kislin in tako narekuje razmerje 1 : 15 in več (Sampalis in sod., 2003).

Evropska agencija za varno hrano (angl. »European food safety authority« – v nadaljevanju EFSA) v svojih prehranskih priporočilih upošteva priporočila posameznih evropskih držav, ki pa se med seboj razlikujejo in zato EFSA na podlagi mnenja sveta strokovnega odbora navadno priporoča neko srednjo vrednost. Tako v svojih priporočilih za omega-3 priporoča za odraslo osebo z dnevnimi energetskimi potrebami od 1800 do 2700 kcal 2–3 g ALA in 250 mg EPA + DHA. Za omega-6 maščobno kislino pa priporoča dnevni vnos 10 g, priporočeno razmerje med omega-6 in omega-3 pa je 4 : 1 (Červek, 2012).

1.5 Namen in uporaba prehranskih dopolnil

Prehranska dopolnila so opredeljena v Pravilniku o prehranskih dopolnilih, ki je bil sprejet 30. 7. 2003, v veljavo pa je vstopil 5. 9. 2003. Pravilnik povzema Direktivo evropskega parlamenta in sveta o prehranskih dopolnilih, št. 2002/46/EC in je objavljen v Uradnem listu Republike Slovenije. Obravnava prehranska dopolnila kot »živila, katerih namen je dopolnjevati običajno prehrano«. So koncentriran vir posameznih ali kombiniranih hranil ali drugih snovi s hranilnim ali fiziološkim učinkom, ki se dajejo v promet v obliki kapsul, pastil, tablet in drugih podobnih oblik, v vrečkah s praškom, v ampulah s tekočino, v kapalnih stekleničkah ter v drugih podobnih oblikah s tekočino in praškom, ki so oblikovane tako, da se lahko uživajo v odmerjenih majhnih količinskih enotah (Sabo, 2013).

Zavedati se je treba dejstva, da prehranska dopolnila niso enakovredna uravnoveženi prehrani, s katero zaužijemo tudi vse potrebne bioaktivne snovi. Obstajajo pa posamezniki in določene skupine ljudi z visokim tveganjem za pomanjkanje dnevno potrebnih hranil, ki jih naš organizem potrebuje za svoje delovanje.

V to skupino uvrščamo:

- ženske, otroke, najstnice in starejše,
- stroge vegetarijance in vegane,
- kronične dietike, ki dnevno zaužijejo manj kot 1200 kcal,
- ljudi, ki ne morejo uživati vseh mlečnih izdelkov ali imajo omejitve glede izpostavljenosti soncu,
- kronične bolnike (rak, diabetes, AIDS itd.), ki jemljejo zdravila, sledijo posebnim dietam ali okrevajo po operacijah ali poškodbah
- alkoholike,
- kadilce (Bukovec, 2010).

1.5.1 Namen in uporaba dietetičnih živil za posebne zdravstvene namene

Živila za posebne zdravstvene namene ureja Pravilnik o živilih za posebne zdravstvene namene (Ur. l. RS, št. 46/2002 in spremembe).

V to skupino uvrščamo:

1. prehranska popolna (kompletna) živila s standardno sestavo hranil, ki so, če se uporabljajo po navodilih proizvajalca, lahko edini vir prehrane za osebe, ki so jim namenjena,
2. prehransko popolna (kompletna) živila s prilagojeno sestavo hranil, specifično za bolezen, motnjo ali zdravstveno stanje, ki so, če se uporabljajo po navodilih proizvajalca, lahko edini vir prehrane za osebe, ki so jim namenjena,
3. prehransko nepopolna (nekompletna) živila s standardno ali s prilagojeno sestavo hranil, specifično za bolezen, motnjo ali zdravstveno stanje, ki niso primerna za edini vir prehrane.

Živila iz 2. in 3. točke se lahko uporabljajo tudi kot delno nadomestilo ali kot dodatek bolnikovi prehrani.

Zahteve, ki jih Pravilnik predpisuje, pa označujejo izdelke kot dietno oziroma dietetično živilo za posebne zdravstvene namene, ki se na trgu pojavlja v lekarnah in specializiranih prodajalnah (Pravilnik o živilih za posebne zdravstvene namene, 2002).

2 NAMEN IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Namen diplomske naloge je predstaviti krilovo olje kot bogat vir nenasičenih maščobnih kislin. Pregledali bomo ustrezno strokovno in znanstveno literaturo, ki opisuje kemijske lastnosti krilovega olja ter njegove učinke na zdravje. Na podlagi opisanih raziskav bomo opredelili pomen krilovega olja v prehrani človeka. S pomočjo strokovne literature bomo primerjali krilovo olje z ostalimi nenasičenimi maščobnimi kislinami ter poskušali ugotoviti njegove prednosti pri vključevanju v prehrano. Obenem želimo na slovenskem tržišču pregledati tudi ponudbo prehranskih dopolnil in živil za posebne zdravstvene namene, ki vsebujejo krilovo olje.

S pomočjo strokovne literature bomo poskušali odgovoriti na raziskovalno vprašanje: Kakšno vlogo ima krilovo olje kot prehransko dopolnilo pri preprečevanju razvoja različnih kroničnih obolenj pri človeku.

3 METODE DELA IN MATERIALI

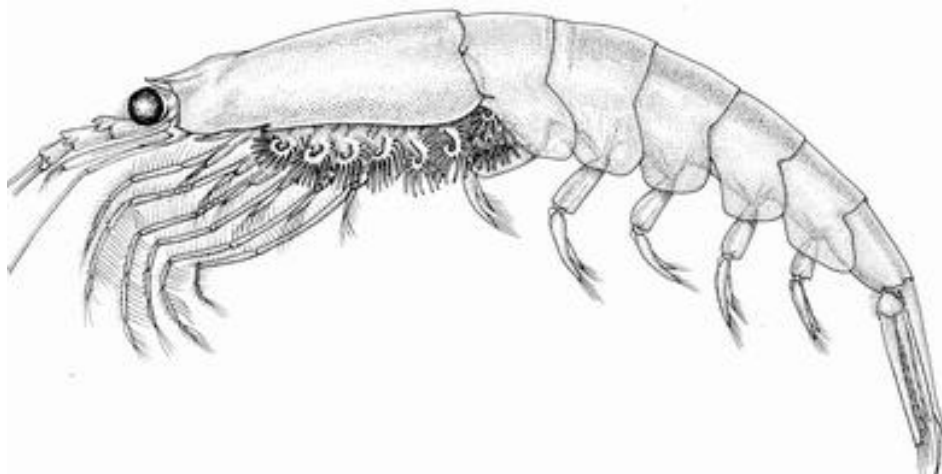
Osrednji raziskovalni pristop bo vključeval sistematičen pregled literature iz obravnavanega področja. Uporabljali bomo metodo analize, metodo sinteze in metodo kompilacije besedil. Pri iskanju literature bomo uporabili baze podatkov, kot so PubMed, Springer link, Science Direct ter interne vire. Ključne besede za iskanje ustreznih člankov bodo v slovenskem in angleškem jeziku: krilovo olje, esencialne maščobne kisline, omega-3, omega-6. V pregled literature bomo vključili dostopne članke s polnim besedilom.

4 REZULTATI

4.1 Krilovo olje

Euphausia superba je ime za antarktičnega krilovega rakca, ki sodi med zooplankton in ne med vretenčarje. Je zelo majhen organizem, po velikosti ga lahko primerjamo s sponko za papir. Po videzu je podoben kozicam, ima velike črne oči ter rdečo prosojno zaščitno lupino. Na sprednjem delu trupa ima šest malih nogic ter dve trdi tipalki, ki mu služita pri prehranjevanju. *Euphausia superba* je ponazorjen na sliki 3 (Akerbiomarine 2013; Fisheries and aquaculture department, n. d.).

Krilovi rakci v velikih skupinah plavajo v vseh oceanih po vsem svetu, do sedaj je znanih že osemdeset različnih vrst krila. V največji meri jih najdemo v mrzlem južnem oceanu, kjer se nenehno premikajo v obliki stolpcev ter se tako ponoči v plitvinah prehranjujejo z algami. Tudi pozimi, ko voda na površini zmrzne, krilov rakec preživi, saj se alge nabirajo na dnu ledene plošče. Ledeni pokrov rakca ščiti pred plenilci ter omogoča, da se jate krila opomorejo po letnem ulovu (Akerbiomarine, 2013).



Slika 3: *Eusophausia superba*

Kril je organizem, ki sodi na dno prehranske verige in v primerjavi z ostalimi organizmi, ki se povzpenjajo višje na lestvico prehranske verige, v svoji sestavi ne kopiči človeku strupenih snovi, kot so težke kovine, pesticidi itd. Ker so najštevilčnejša vrsta, imajo največjo biomaso na svetu, kar 500 milijonov ton, in so tako glede na količino ulova neogrožena vrsta. Kril ima sorazmerno kratko življenjsko dobo, najdlje preživi v Antarktičnem oceanu – leto do dve (Akerbiomarine, 2013; Deutch, 2007).

Da bi zagotovili stabilnost in obnovljivost vrste brez škodljivih učinkov na razpoložljivost prehranskega vira za kite, ptice, tjujnje in druge živali, je Komisija za ohranitev antarktičnih morskih virov (Comision for the conservation of Antartic marine living resources) omejila vsakoletni ulov krila na štiri milijone ton. Trenuten letni ulov po celem svetu znaša 200.000 ton in je veliko manjši od določene zgornje meje.

Iz krila se s posebnimi patentiranimi postopki pridobiva krilovo olje. Olje stiskajo s hladno vakuumsko ekstrakcijo, ki omogoča, da ni izpostavljeno pregrevanju, svetlobi in kisiku. S tem načinom pridobivanja se v olju ohranja prvotna sestava krilovega rakca.

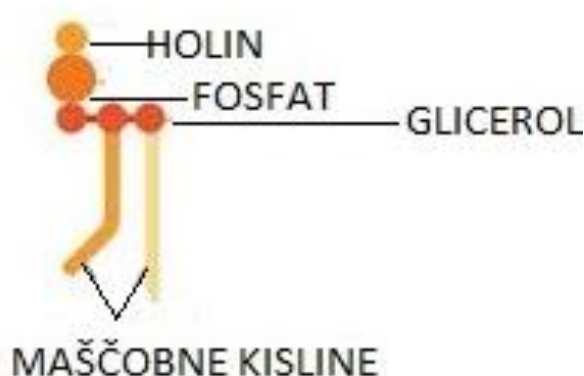
Rezultat je tako olje, koncentrirano s fosfolipidi, ki se povezujejo z EPA- in DHA-maščobnima kislinama, celotno sestavo pa na naraven način konzervira močan antioksidant astaksantin (Deutch, 2007).

Velike jate krilovih rakcev se prehranjujejo z morskimi algami. Alge so po svoji strukturi izjemno bogate z omega-3 maščobnimi kislinami EPA in DHA ter astaksantinom. Astaksantin daje krilovemu olju značilno rdečo barvo. Poleg obarvanosti krilovega olja ima astaksantin funkcijo naravnega konzervansa znotraj olja in tako podaljšuje njegov rok uporabe (Akerbiomarine, 2014). V Združenih državah Amerike je Agencija za hrano in zdravila (angl. »U. S. Food and Drug Administration« – v nadaljevanju USFDA) odobrila astaksantin za uporabo pri obarvanju hrane. V naravi najdemo astaksantin v različnih kemijskih oblikah. Najbolj pogosta oblika je primarna stereoizomera astaksantina, ki je tudi znotraj krila. Dokazano je, da kombinacija omega-3 in astaksantina znižuje plazemsko koncentracijo holesterola, izboljšuje imunski odgovor organizma in zmanjšuje tveganje za nastanek srčno-žilnih bolezni (Ambati, 2014).

Izjemno pomembna komponenta znotraj krila je fosfolipidna oblika, ki povezuje molekule EPA, DHA ter holin (Akerbiomarine, 2014).

Holin je v telesu zelo pomemben za sintezo neurotransmitorjev, natančneje acetil holina ter omogočanje prenosa lipidov in zmanjšanje homocisteina. Pomanjkanje holina v telesu lahko posledično privede do zamaščenosti jeter ter povečanja tveganja za mišično disfunkcijo. Človeško telo lahko holin sintetizira samo, vendar raziskave, opravljene v Ameriki med letoma 2003 in 2004, kažejo na premajhen dnevni vnos holina kar pri 90 % populacije, zato ga je izjemno pomembno vnašati s hrano (Burri in Johnsen, 2015).

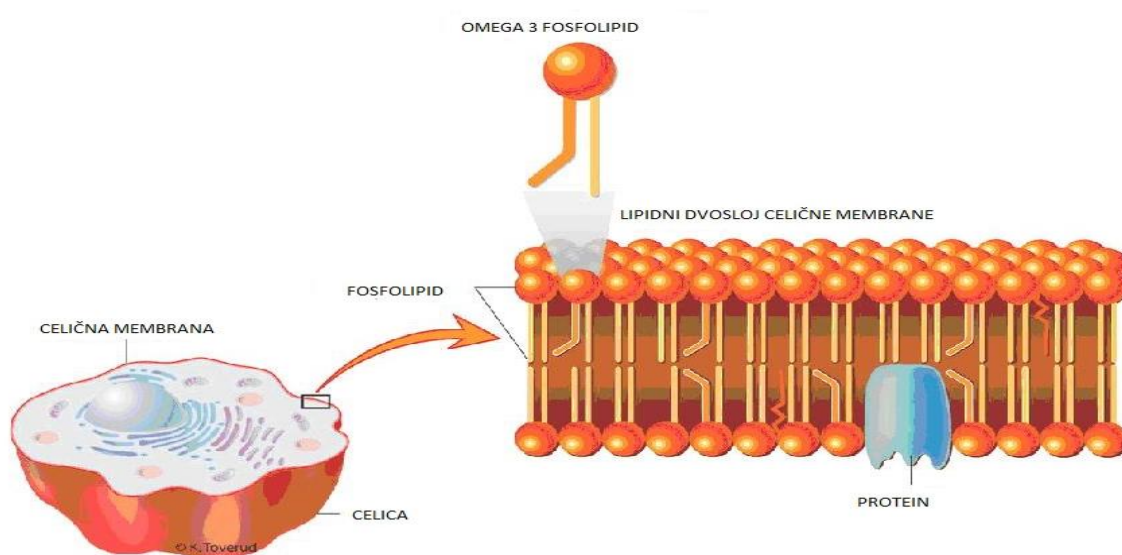
Za dolgotrajni maščobni kislini EPA in DHA je bilo ugotovljeno, da je razlika v vsrkavanju in telesni razpoložljivosti teh maščobnih kislin odvisna od tega, v kakšni obliki prispejo do črevesnih resic. Najbolj ugodna oblika za vsrkavanje neposredno skozi steno črevesja v kri ter v telesne celice je fosfolipidna oblika (Winter in sod., 2010). Pri fosfolipidni obliki, kot je fosfatidilholin, sta dve verigi maščobnih kislin vezani na glicerolno skupino, ki je povezana s holinom prek fosfatne skupine, tako kot to ponazarja slika 4.



Slika 4: Omega-3 fosfolipid

Taka zgradba omogoča oblikovanje fosfolipidnega dvosloja, ki je ključen za

oblikovanje celičnih membran v vseh živih bitjih. Fosfolipidi niso popolnoma netopni v vodi, saj so sestavljeni iz hidrofilne glave in hidrofobnega repa. Ko fosfolipid prispe v črevo, se zaradi ugodne sestave lažje pomeša z ostalimi črevesnimi sokovi in tako omogoča lažjo absorpcijo omega-3 maščobnih kislin. Posledično se nenasičeni maščobni kislini EPA in DHA lažje vključujeta v celične membrane, ki so prikazane na sliki 5. Kot del celične membrane lahko EPK in DHK vplivata na prilagodljivost in gibljivost membran, signalne procese ter metabolične dejavnike v celici (Winter in sod, 2010; Akerbiomarine, 2014).



Slika 5: Celična membrana in fosfolipidni dvosloj

4.1.1 Pomen krilovega olja za zdravje

Znaten znesek študij priča o pomembnem dnevnem vnosu EPA in DHA v fosfolipidni obliki, ki je v krilovem olju. Na celičnem nivoju ima takšna oblika EPA in DHA pomembno vlogo pri ohranjanju membranske homeostaze, skrbi za pravilno izražanje genov ter optimalno telesno razmerje med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami (Burri in Johansen, 2015).

Vpliv na zniževanje telesne teže

Različne študije ugotavljajo vpliv krilovega olja na spremembo telesne mase. Zhu in sod. (2008) so v svoji študiji preiskovali vpliv krilovega olja na hiperlipidemijo. Končni rezultati študije so pri ljudeh, ki so štiri tedne uživali krilovo olje, potrdili poleg znižanja celokupnega holesterola še znižanje telesne mase.

Ambati Banni in sod. (2011) pa so svojo študijo posvetili neposrednemu vplivu krilovega olja na ljudi s prekomerno telesno maso. V študiji so merili nivo endokanabinoida 2 arahidoniol glicerola (angl. »2-arachidunoylglycerol« – v nadaljevanju 2AG). Rezultati so potrdili podatke iz literature, da imajo ljudje s prekomerno telesno maso v primerjavi z ljudmi z optimalno telesno maso povišane vrednosti andokanabinoidov v krvi. Andokanabinoidi so signalne molekule, ki se lahko vežejo na receptorje in npr. vplivajo na apetit in čustvena stanja. V skupini, ki je prejela le 2 g krilovega olja, se je 2AG znatno zmanjšala. Poleg tega je bilo

zmanjšanje 2AG povezano s plazemskim razmerjem fosfolipidnih omega-3 in omega-6 maščobnih kislin. To so bili prvi rezultati, ki so potrdili, da lahko relativno majhen odmerek krilovega olja zmanjša nivo 2AG pri ljudeh s prekomerno telesno maso. Učinek ni bil povezan s parametri metaboličnega sindroma, ampak je bil najverjetneje posledica zmanjšanja biosinteze 2AG zaradi zamenjave prekursorja, arahidonske kisline, z omega-3 maščobnimi kislinami.

Številne študije, ki so bile izpeljane na živalih, lahko tudi potrdijo vpliv krilovega olja na telesno maso. Farmaosca in sod. (2012) v svoji študiji dokazujejo preprečevanje porasta telesne mase pri podganah ob sočasnem apliciranju 2,5 % krilovega olja v dvanajstih tednih.

Vpliv na zniževanje serumske koncentracije glukoze v krvi

V študijah, ki so bile izvedene na miših, je dokazano, da lahko krilovo olje vpliva na znižanje serumske koncentracije glukoze in poviša nivo adiponektinskega proteina. Adiponektin ima v telesu funkcijo hormona. Zanimivo je, da krilovo olje poviša koncentracijo protivnetnega hormona adiponektina. S povišanjem adiponektina se začne zniževati glukoza koncentracija, poviša se tudi odzivnost na inzulin ter oksidacija maščobnih kislin v jetrih in mišicah (Burri in Johansen, 2015). Dejstvo je, da krilovo olje izboljša občutljivost celic na inzulin in stimulira njegovo izločanje, kar v svoji študiji dokazujejo tudi Ivanova in sod. (2014), ki so izvajali študijo na novozelandskih belih zajcih, ki so jim aplicirali 600 mg krilovega olja na dan.

Vpliv na koncentracijo holesterola in trigliceridov v krvi

Glavni vzrok za bolezen srca in ožilja je kopičenje holesterola, lipidov in drugih snovi v arterijah. Takemu procesu pravimo ateroskleroza. Da bi se obvarovali nevarnih procesov, je izjemno pomembno vzdrževati normalne koncentracije trigliceridov, HDL in LDL v telesu. Znanstveniki so na tem področju izvedli ogromno raziskav in dokazali, da esencialne maščobne kisline neposredno vplivajo na zniževanje LDL in trigliceridov v krvi ter da skrbijo za optimalno zdravje srca in ožilja ter krvnega tlaka (Buena in sod., 2004; Burri in sod., 2015).

Ena od takih študij je bila izpeljana na podganah. V tej študiji so krilovo olje aplicirali prvi skupini podgan, druga skupina pa je kontrolno prejela oljčno olje. Podgane so imele hiperlipidemijo, izzvano s prekomernim vnosom maščob. Krilovo olje je po šestih tednih dokazano znižalo koncentracijo trigliceridov za 27 %, skupni holesterol pa se je pri obeh skupinah znižal za 15 % (Burri in sod., 2015). V študiji, ki je bila izvedena na ljudeh, pa so znanstveniki potrdili znižanje celokupnega holesterola ob dnevnem vnosu krilovega olja med 1 g/dan in 3 g/dan v dvanajstih tednih za 13,7 % in 18,1 %. Študija, izvedena na ljudeh, lahko še toliko bolj potrdi pozitivne učinke na zniževanje holesterola (Buena in sod., 2004).

Vpliv na depresivna stanja in kognitivne funkcije

Mnogo raziskav dokazuje pozitivne učinke krilovega olja na depresijo in izboljšanje kognitivnih funkcij. Ena od študij, izvedenih na podganah, dokazuje izboljšanje dolgoročnega in kratkoročnega spomina ob prejemanju krilovega olja v šestih tednih.

Študija je pokazala napredne rezultate pri prostorski orientaciji podgan.

Po šestih tednih so dokazali tudi znižano koncentracijo reaktivnega kisika v možganih in hipotalamusu pri podganah, ki so prejemale krilovo olje.

Izvajali so tudi poskuse na treh skupinah podgan. V prvi skupini so dovajali krilovo olje, v drugi skupini antidepresiv imipramin, tretja skupina pa ni prejela nič. Podgane so poskušali naučiti uporabljati dve ročici. Ob pritisku na prvo ročico se sproži trideset sekund teme, medtem ko druga ročica ni imela nikakršne funkcije. Po sedmih tednih so spoznali, da je prva skupina bistveno pogosteje pritisnila na prvo aktivno ročico kot tretja in druga skupina, ki pa je imela znake sedativnega vedenja.

Obenem so izvajali tudi test z vdorom vode. Podgane, ki so prejemale krilovo olje in antidepresiv, so pokazale večjo sposobnost umikanja vodi in hitrejše gibanje kot podgane, ki niso prejemale nič. Ob prejemanju krilovega olja je tako dokazano, da se izboljšajo spominske sposobnosti in antidepresivna stanja (Burri in Johansen, 2015).

Študije nakazujejo tudi pozitivne učinke pri ljudeh z motnjo pozornosti oz. hiperaktivnostjo. Ti so spremenili svoje prehranske navade in v prehrano vključili nenasičene maščobne kisline omega-3 v fosfolipidni obliki, kot je krilovo olje. Takšna oblika namreč hitreje in bolj učinkovito pride do možganov in z esencialnimi maščobnimi kislinami gradi možganske celice. Poleg tega pa krilovo olje vsebuje še molekulo holina, iz katerega nastane prenašalec živčnih impulzov acetilholin, ter antioksidante, ki pomagajo odpravljati poškodbe zaradi prostih radikalov.

Ljudje z motnjo pozornosti so potrdili bistveno zmanjšanje simptomov hiperaktivnosti. Imeli so boljšo sposobnost koncentracije in osredotočanja, več dokončanih nalog, boljše upravljanje z denarjem, boljšo družabnost in enostavnejše udejstvovanje v prometu, kot je kolesarjenje ali vožnja avtomobila (Burri in Johanson, 2015).

4.2 Primerjava krilovega in ribjega olja

Ribje olje, ki zagotavlja omega-3 maščobne kisline v obliki trigliceridov, je ravno tako priznan vir omega-3 maščobnih kislin, ki ga najpogosteje uživamo s pomočjo prehranskih dopolnil (Superbakk, 2014). Že zgodnje ugotovitve pri Eskimih na Grenlandiji so pričale o odsotnosti bolezni srca in ožilja, zato mnoga priporočila zagovarjajo uživanje rib dvakrat tedensko (Bangtson Nash in sod., 2014).

Trigliceridna sestava v ribjem olju ima tri maščobne kisline, vezane na glicerol, ki imajo v telesu drugačno vlogo kot fosfolipidna sestava krilovega olja.

Trigliceride se uporablja zlasti kot takojšnji vir energije ali pa se skladiščijo za energijo v maščobnem tkivu. Zato mora biti količina zaužitega ribjega olja ustrezno večja, da nadomesti to izgubo in zagotovi zadostno količino omega-3 na celičnem nivoju.

Zadnje klinične raziskave na ljudeh so pokazale, da so omega-3 v obliki fosfolipidov bolj zaželeni kot omega-3 maščobne kisline. Če želimo doseči enako biološko razpoložljivost v telesnih celicah, potrebujemo veliko manj omega-3 maščobnih kislin v obliki fosfolipidov. Študije so potrdile, da pri ljudeh povišano vrednost EPA in DHA v

krvi spremljajo ugodni učinki za zdravje. Zaradi tega je biološka razpoložljivost teh omega-3 maščobnih kislin v krvi zelo pomembna. Izraz biološka razpoložljivost nam pove, kako snovi pridejo v kri in opisuje absorpcijo ter obstojnost snovi v telesu (Superbakrill, 2014).

4.2.1 Primerjava biorazpoložljivosti EPA in DHA v krilovem in ribjem olju

Nedavno so v dveh študijah na ljudeh preverjali, ali je molekularna oblika fosfolipidov in trigliceridov pomembna za biološko razpoložljivost EPA in DHA v krvni plazmi. Maki in sod. (2009) so izvedli prvo študijo na Provident Clinical and Research v Bloomingtonu, Indiana in na Meridien Research Centers v St. Petersburgu, Florida. Študija je bila randomizirana, dvojno slepa in paralelno potekajoča. Šestinsedemdeset oseb s prekomerno telesno maso je bilo naključno razporejenih v tri skupine, od katerih je prva štiri tedne prejela krilovo olje, druga ribje olje ter tretja oljčno olje. Dopolnilo, ki so ga prejeli, ni bilo znano ne preiskovalcem ne raziskovalcem.

V skupinah, ki sta prejeli ribje olje in krilovo olje, je bil odmerek EPA približno enak, v skupini, ki je prejela krilovo olje, pa je bil odmerek DHA približno za polovico manjši. Kljub temu je raziskava ob koncu študije pokazala, da so bile povprečne koncentracije EPA v krvi višje pri skupini, ki je prejela krilo olje, povprečni koncentraciji DHA pa sta bili v obeh skupinah podobni. Oba vira sta se izkazala za varna in v večini so ju preiskovanci dobro prenašali. V primerjavi s kontrolno skupino je pri obeh skupinah prišlo do pomembnega zvišanja EPA in DHA v plazmi. Najbolj pomembno pa je, da je krilovo olje v odmerku 2 g povzročilo povečano razpoložljivost EPA v plazmi in enako biološko razpoložljivost DHA, čeprav je bil odmerek krilovega olja v primerjavi z ribjim oljem polovico manjši. Po prilagoditvi odmerka so dokazali, da je bilo celotno povišanje EPA in DHA v plazmi preiskovancev, ki so prejeli krilovo olje štiri tedne, za 24 % večje, kot povišanje EPA in DHA v plazmi tistih, ki so prejeli ribje olje.

Drugo študijo so izvedli na Akershus University College in na University of Oslo na Norveškem. Preverjali so, ali imajo nižji odmerki EPA in DHA v fosfolipidni obliki v primerjavi z omega-3 maščobnimi kislinami v trigliceridni obliki enako biološko razpoložljivost maščobnih kislin v plazmi. V tej študiji je sodelovalo 113 ljudi z normalnim ali rahlo povišanim celokupnim holesterolom in povišanim nivojem trigliceridov v krvi.

Ljudje so bili naključno razdeljeni v tri skupine, od katerih je prva sedem tednov prejela krilovo olje s približno 37 % manj EPA in DHA kot druga skupina, ki je prejela ribje olje in tretja, ki je prejela placebo.

Študija je ob koncu raziskave potrdila, da so imeli ljudje, ki so prejeli krilovo olje, podobno povišan nivo omega-3 kot preiskovanci iz druge in tretje skupine. Ta odkritja kažejo, da je za doseganje nivoja EPA in DHA v krvi potreben nižji odmerek EPA in DHA v obliki fosfolipidov kot v obliki trigliceridov. Največji vpliv je imelo krilovo olje na ljudi z najvišjimi začetnimi vrednostmi trigliceridov v krvi, saj je pri njih nivo trigliceridov po uživanju krilovega olja padel. Tudi razmerje med HDL in trigliceridi se je v primerjavi s skupino, ki je prejela krilovo olje, bistveno znižalo v primerjavi s skupino, ki je prejela ribje olje (Ulven, 2011).

4.2.2 Primerjava krilovega in ribjega olja pri vplivu na holesterol in trigliceride

Zelo pomembno študijo na ljudeh so izvajali Bunea in sod. (2004). V študiji so kanadski raziskovalci Univerze v Montrealu (McGill University) in medicinskega centra Riverview Medical Center iz Montreala preučevali učinkovanje krilovega olja pri povišani vrednosti maščob in holesterola.

S študijo so želeli dokazati vpliv krilovega olja v primerjavi z ribjim oljem na celokupen holesterol, LDL-holesterol in trigliceride. Testirali so ljudi med osemnajstim in petinosemdesetim letom starosti.

Vsi vključeni v študijo so imeli diagnozo rahlo povišanega holesterola (povprečno 193,9 mg/dl) ali zelo povišanega holesterola (347,9 mg/dl) in rahlo ter zelo povišanih trigliceridov z mejnimi vrednostmi med 203,8 mg/dl in 354,4 mg/l.

Za izvajanje študije so ljudi razdelili v šest enakih skupin in jih spremljali dvanajst tednov.

Prva skupina je prejela 1 g krilovega olja, druga 1,5 g krilovega olja, tretja 2 g krilovega olja in četrta 3 g krilovega olja na dan.

Peta skupina je prejela 3 g ribjega olja.

Šesta skupina pa je raziskavo podprla s 3 g tabletko brez kakršnega koli učinka.

Pri ljudeh, ki so bili razvrščeni v prvo in drugo skupino, se je celokupen holesterol pri zaužitju 1 g krilovega olja na dan znižal za 13,4 %, ob prejemanju 1,5 g krilovega olja pa za 13,7 %. Ugotovili so tudi znižanje LDL-holesterola in trigliceridov. Pri dnevni vnosu 1 g krilovega olja se je LDL znižal za 13,4 % in trigliceridi za 11,03 %, pri vnosu 1,5 g pa je LDL upadel na 13,7 % in trigliceridi na 11,8 % (preglednica 2, preglednica 3).

Preglednica 2: Vrednost maščob v krvi pri prvi skupini, ki je prejela 1 g krilovega olja na dan.

1 g krilovega olja	Čas (d)/mg/dl		Sprememba (%)	q-vrednost
	0.00	90.00		
Skupni holesterol	235,83	204,12	-13,44	0,000
LDL	167,78	114,05	-32,03	0,000
HDL	57,22	82,35	43,92	0,000
Trigliceridi	120,50	107,21	-11,03	0,114

Preglednica 3: Vrednost maščob v krvi pri drugi skupini, ki je prejela 1,5 g krilovega olja na dan.

1,5 g krilovega olja	Čas (d)/mg/dl		Sprememba (%)	q-vrednost
	0.00	90.00		
Skupni holesterol	231,19	199,49	-13,71	0,000
LDL	167,74	105,93	-35,70	0,000
HDL	58,76	83,89	42,76	0,000
Trigliceridi	126,70	111,64	-11,89	0,113

Pri tretji skupini se je ob dnevnem vnosu 2 g krilovega olja znižal celokupen holesterol za 18,1 %, LDL za 37 %, trigliceridi pa za 27 % (preglednica 4).

Preglednica 4: Vrednost maščob v kri pri tretji skupini, ki je prejela 2 g krilovega olja na dan.

2 g krilovega olja	Čas (d)/mg/dl		Sprememba (%)	q-vrednost
	0.00	90.00		
Skupni holesterol	247,42	202,58	-18,13	0,000
LDL	182,86	114,43	-37,42	0,000
HDL	51,03	79,25	55,30	0,000
Trigliceridi	160,37	116,07	-27,62	0,025

Najvišji dnevni vnos 3 g krilovega olja pa je celokupni holesterol znižal za 17,9 %, LDL za 39,15 % in trigliceride za 26,5 % (preglednica 5).

Preglednica 5: Vrednost maščob v krvi pri četrti skupini, ki je prejela 3 g krilovega olja na dan.

3 g krilovega olja	Čas (d)/mg/dl		Sprememba (%)	q-vrednost
	0.00	90.00		
Skupni holesterol	250,52	205,67	-17,90	0,000
LDL	172,81	105,16	-39,15	0,000
HDL	64,18	102,45	59,64	0,000
Trigliceridi	152,77	112,27	-26,51	0,028

Pri peti skupini, ki je prejela 3 g ribjega olja, so se vrednosti skupnega holesterola znižale le za 5,9 %, prav tako se le neznatno spremenile vrednosti LDL-holesterola in trigliceridov (preglednica 6).

Preglednica 6: Vrednost maščob v krvi pri peti skupini, ki je prejela 3 g ribjega olja na dan.

3 g ribjega olja	Čas (d)/mg/dl		Sprememba (%)	q-vrednost
	0.00	90.00		
Skupni holesterol	231,15	217,55	-5,88	0,000
LDL	121,67	117,83	-4,56	0,141
HDL	56,64	59,03	4,22	0,002
Trigliceridi	140,87	136,44	-3,15	0,239

Pri šesti skupini, ki je prejela placebo, se je holesterol povečal za 9,1 % in LDL za 13 % (preglednica 7).

Preglednica 7: Vrednost maščob v krvi pri šesti skupini, ki je prejela placebo.

Placebo	Čas (d)/mg/dl		Sprememba (%)	q-vrednost
	0.00	90.00		
Skupni holesterol	221,91	242,01	9,06	0,000
LDL	136,47	154,25	13,03	0,000
HDL	56,83	56,70	4,00	0,850
Trigliceridi	143,53	129,36	-9,88	0,215

Iz predstavljenih rezultatov je razvidno, da se je HDL-holesterol zvišal pri vseh, ki so prejeli bodisi krilovo ali ribje olje.

Pri omenjenih raziskavah so opazili tudi znižanje glukoze v krvi. V preglednici 8 lahko razberemo, da se je v skupinah, ki so prejemale krilovo olje raven glukoze znižala za 5,3 % do 6,3 %. V peti skupini, ki je prejela 3 g krilovega olja na dan, pa je raven glukoze upadla le za 3,3 %. Šesta skupina ni pokazala bistvenih sprememb pri porastu ali znižanju glukoze v krvi (Bunea, 2004).

Preglednica 8: Vrednosti glukoze pri vseh šestih skupinah

Raven glukoze	Čas (d)/mg/dl		Sprememba (%)	q-vrednost
1 g–2 g krilovega olja	105	98	6,3 %	0,025
2 g–3 g krilovega olja	92	88	5,6 %	0,011
3 g ribjega olja	90	87	3,3 %	0,275
Placebo	92	93	0,1 %	0,750

4.2.3 Primerjava krilovega in ribjega olja pri vplivu na predmenstrualni sindrom

Pri predmenstrualnem sindromu je prisotno hormonsko neravnovesje, ki posledično vodi do nihanja razpoloženja, prenajedanja ali zniževanja dnevnih energijskih potreb po hrani. Ocenjuje se, da 85–97 % vseh žensk v reproduktivni dobi občuti znake predmenstrualnega sindroma. Med njimi se jih 30–40 % odloči za zdravniški nasvet.

V predmenstrualnem obdobju prihaja do vnetnih procesov, pri katerih se poveča tvorba prostaglandinov. Dokazano je, da se neravnovesja razlikujejo med posameznicami ter tudi med ciklusi pri posameznici. To stanje pogosto spremlja porušeno razmerje med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami.

Omega-6 maščobna kislina postane v telesu bolj dejavna ob znižanju hormona progesterona pred menstruacijo in povzroči tvorbo prostaglandina E2, ki privede do vnetnih stanj. Omega-3 maščobna kislina tvori protivnetne prostaglandine, ki pozitivno vplivajo na predmenstrualne simptome.

Omega-3 maščobne kisline, predvsem EPA in DHA, tekmujejo z vrstami omega-6 za encim, ki sintetizira prostaglandine. Tako omega-3 maščobne kisline povzročijo izločanje protivnetnih prostaglandinov E3, ki posledično vplivajo na zmanjšanje bolečin in lajšanje ishemije.

Če pa v telesu pride do povečane tvorbe prostaglandinov E1, kar je lahko posledica premajhnega vnosa omega-3 maščobnih kislin, pa telo začne izločati inzulin v večji meri. Posledično takšno stanje privede do hipoglikemije, ki se kaže kot velika želja po sladkem in s povečanjem apetita (Simpalis in sod., 2003).

Simpalis in sod. (2003) so ocenjevali učinkovitost krilovega olja na predmenstrualni sindrom in dismenorejo ter primerjali učinkovitost med krilovim in ribjim oljem. Študija je bila izvedena na sedemdesetih ženskah v rodni dobi in je trajala tri mesece. Ženske so bile naključno razporejene v dve skupini in so se vse tri mesece prehranjevale po načelu zdrave prehrane, dnevni vnos 20 % maščobe, 40 % beljakovin in 40 % ogljikovih hidratov.

V prvi skupini je bilo šestintrideset žensk, ki so pod zdravniškim nadzorom prejemale 1 g krilovega olja enkrat na dan v obdobju enega meseca.

Druga kontrolna skupina s štiriintridesetimi ženskami pa je prejela 1 g ribjega olja enkrat na dan en mesec. Naslednja dva meseca pa so ženske količino ribjega in krilovega olja prejemale le osem dni pred menstruacijo in dva dni med samo menstruacijo.

Rezultati so temeljili na vprašalniku, ki so ga ženske izpolnjevale ob vsakem obisku pri zdravniku.

Ugotovitve kažejo, da so imele ženske, ki so prejemale krilovo olje, manj izražene znake predmenstrualnega sindroma kot ženske, ki so prejemale ribje olje. Pri 37 % preiskovank so potrdili zmanjšano zadrževanje vode v telesu. Manj je bilo tudi čustvenih sprememb. Pri 40 % preiskovank je bilo zaznano zmanjšanje depresije. Preiskovanke so lažje obvladovale stres in v 47 % so bile manj razdražljive, 33 % preiskovank pa je zaznalo manjšo bolečino v trebuhu. Obe skupini sta bili statistično primerljivi glede na telesno maso, napihjenost in otekline. Končni rezultati te študije kažejo na določene prednosti pri ženskah, ki so uživale krilovo olje. To povezujejo z boljšo dostopnostjo, saj fosfolipidna sestava krilovega olja zelo olajša prehod maščobnih kislin skozi steno črevesja in tako poveča njihovo biološko razpoložljivost ter popravi razmerje med omega-3 in omega-6 v telesu.

4.3 Krilovo olje na slovenskem tržišču

Na slovenskem tržišču krilovo olje najpogosteje uvrščamo med prehranska dopolnila, ki jih potrošniki lahko kupijo v lekarnah ali specializiranih prodajalnah. Prehranska dopolnila spadajo med živila, čeprav po svoji vsebini in obliki ter načinu uporabe spominjajo na zdravila.

4.3.1 Prehranska dopolnila in živila za posebne zdravstvene namene z vsebnostjo krilovega olja na slovenskem tržišču

Raziskovali smo slovensko tržišče in zbrali prehranska dopolnila ali dietetična živila za posebne zdravstvene namene, ki vsebujejo krilovo olje.

Podjetje *NaturaMedica, d. o. o.*, ponuja na slovenskem trgu inovativne naravne proizvode, ki so podprti s kliničnimi študijami oziroma testirani in imajo za uporabnika visoko vrednost. *NaturaMedica, d. o. o.*, trži prehranski dopolnilni *Neptunovo krilovo olje* in *Neptunovo krilovo olje za otroke* ter izdelek za dietetsko uravnavanje srčno-žilnih bolezni *Cardiomed*. Podjetje *Pankea, d. o. o.*, na slovenskem trgu ponuja izdelke iz surovin držav EU in Nove Zelandije. Njihov izdelek *Cardiovas plus* je izdelan in testiran v EU ob farmacevtskem nadzoru glede čistosti in sestave. Podjetje *Bimedia, d. o. o.*, pa v svojo paleto izdelkov vključuje tudi proizvode *Now foods*, ki imajo že petdesetletno tradicijo. *Now foods* je danes eno vodilnih podjetij na svetu s področja naravnih prehranskih dopolnil, med katere se uvršča tudi *Neptunovo krilovo olje (500 mg)*. Krilovo olje vsebujejo tudi izdelki *Ultra krill oil* uvoznika *Novi val, d. o. o.*, *Bioglan rdeče krilovo olje*, ki ga uvaža *Orbico, d. o. o.*, *Krill-olje Biopharma* uvoznika *Difar, d. o. o.*, *Jamieson Omega Red Super Krill* uvoznika *Magna medica, d. o. o.*, in prehranska dopolnila *Biocyte Dissolv'sterol*, *Biocyte memokrill* in *Biocyte omegakrill*, ki jih na slovenski trg uvaža *TOPMEDICUS, Nada Jurič, s. p.*

Neptunovo krilovo olje in Neptunovo krilovo olje za otroke (Naturamedica, d. o. o.)

Izdelka sta registrirana kot prehranski dopolnili.

Proizvajalec ju opisuje kot lipidna izvlečka, ki se po patentiranem postopku pridobivata iz antarktičnega planktonskega rakca, imenovanega kril (Naturamedica n. p.).

Posebnost obeh izdelkov je oznaka neptun, ki narekuje 100 % čistost in točnost vsebnosti omega-3 maščobnih kislin in antioksidantov v krilovem olju z vrhunsko biološko uporabnostjo. *Neptunovo krilovo olje* pridobivajo s patentiranimi postopki, s katerimi lahko dosežejo do sedemkrat večjo vsebnost astaksantina v primerjavi z drugimi krilovimi olji. Krilovo olje vsebuje le do 0,001 % ostanka topila acetona, medtem ko je v drugih krilovih oljih vsebnost acetona lahko tudi 3 % (NKO, 2009).

Izdelka v svoji sestavi ne vsebujeta težkih kovin, pesticidov in dioksidov. V postopku ekstrakcije *Neptunovega krilovega olja* se ne uporablja alkohola.

Olje po zaužitju ne povzroča spahovanja in priokusa po ribah niti tiščanja v želodcu. Ker za prebavo ne potrebuje žolča, je krilovo olje primerno tudi za ljudi, ki slabo prebavljajo maščobe.

Neptunovo krilovo olje v svoji sestavi vsebuje 500 mg čistega krilovega olja brez dodatkov. Olje je pri tem izdelku polnjeno v vegetarijanske kapsule, sestavljene iz hidroksipropilmetil celuloze, ki se zaradi zelo tanke stene v prebavilih popolnoma raztopijo (Naturamedica n. p., b).

Neptunovo krilovo olje za otroke pa ima poleg 200 mg neptunovega krilovega olja svojo sestavo obogateno še z ribjim oljem, boragovim oljem in vitaminom D. Študije pri otrocih so pokazale, da lahko sočasno uživanje vitamina D in omega-3 maščobnih kislin pozitivno vpliva na miselne procese, zmanjšuje simptome motenj pozornosti in hiperaktivnosti, ugodno vpliva na shizofrenijo, hiperaktivnost, bipolarno motnjo, depresijo in obsesivno-kompulzivno motnjo. Vitamin D in omega-3 vplivata na vzdrževanje zdravih vrednosti serotonina v možganih. Vitamin D regulira sintezo serotonina, EPA vpliva na njegovo izločanje, DHA pa na dostopnost serotoninskih receptorjev na membranah celic (Naturamedica, 2015).

V obeh izdelkih se EPA in DHA zaradi svoje fosfolipidne povezanosti za 30 % bolje absorbirata iz prebave, kot je to v ribjem olju. Poleg dobre maščobne in kislinske sestave ima *Neptunovo krilovo olje* v svoji sestavi še astaksantin, vitamin E in vitamin A, za katere je značilno, da kar 47-krat bolje lovijo proste radikale. Izdelek *Neptunovo krilovo olje* je leta 2010 na znanstvenem kongresu v Belgiji prejel laskavi naziv »najboljši proizvod leta 2010«.

Dnevno zaužijemo 1–2 kapsuli *neptunovega krilovega olja* z nekaj tekočine najbolje po zajtrku. *Neptunovo krilovo olje za otroke* pa se med 5. in 8. letom starosti odmerja enkrat na dan po dve kapsuli, pri otrocih nad 9 let pa dozo povečamo na tri kapsule dnevno (Naturamedica, n. p., b).

CardioMed (Naturamedica, d. o. o.)

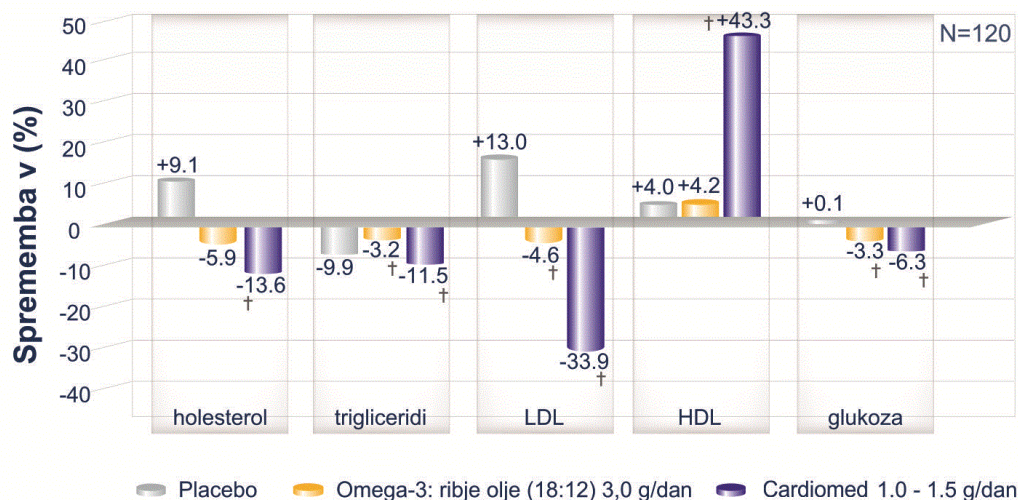
CardioMed je izdelek, ki je registriran kot živilo za dietetsko uravnavanje holesterola. Vsebuje 500 mg čistega *Neptunovega krilovega olja*.

Izdelek se lahko priporoča ljudem:

- s povečanim tveganjem za razvoj bolezni srca in ožilja,
- s povišanim holesterolom in trigliceridi v krvi,
- po prebolelih srčno-žilnih dogodkih, kot so srčni infarkt, angina pectoris, možganska kap.

Rezultati raziskav dokazujejo, da se po treh mesecih jemanja neptunovega krilovega olja zniža skupni holesterol za 13,6 %, trigliceridi za 11,5 % in LDL za 33,9 %, HDL pa se je povečal za 43,3 % (preglednica 9). Ugotovili so tudi, da se je nekoliko znižal nivo glukoze v krvi.

Preglednica 9: Študija trimesečnega jemanja *Neptunovega krilovega olja* izdelka *CardioMed*



Proizvod *CardioMed* ima tudi omega-3 indeks, ki nam pove, kakšen je faktor tveganja za srčno-žilne bolezni. Vrednosti okrog 8 pomenijo nižje tveganje za pojav srčno-žilnih bolezni. *CardioMed* (NKO) ima omega-3 indeks 6,67 (Naturamedica, n. d., a).

CardioMed uživamo po dve kapsuli dnevno tri mesece. V primeru, ko je indeks telesne mase višji kot 30, oseba zaužije tri kapsule dnevno.

Dve kapsuli dnevno tri mesece (če je indeks telesne mase višji kot 30, se priporočajo tri kapsule), nato vzdržujemo nivo z odmerkom ene kapsule dnevno. Kapsule pogoltujemo cele z nekaj tekočine, najbolje ob zajtrku. Upoštevati je potrebno tudi pomembno navodilo, da se mora izdelek uporabljati pod zdravniškim nadzorom (Naturamedica n. p., a).

Cardiovasc plus medicinalis (Panakea, d. o. o.)

Cardiovasc plus je dietetično živilo za uravnavanje srčno-žilnih obolenj in je plod

dolgoletnih raziskav.

Cardiovasc plus je namenjen vsem, ki so podvrženi naslednjim simptomom:

- povišan holesterol,
- angina pectoris,
- možganska kap,
- koronarna srčna bolezen,
- srčno popuščanje,
- diabetes (Panakea, 2015).

Neptunovo krilovo olje v izdelku *Cardiovasc plus* je bilo testirano v študiji, ki so jo izvedli Bunea in sod. (2004). Raziskava je pokazala občutno zmanjšanje vrednosti holesterola v krvi, vključno z LDL in trigliceridi, hkrati pa zvišanje ravni HDL.

Izdelek *Cardiovasc plus* v eni kapsuli vsebuje 200 mg krilovega olja, 15 mg koencima Q10, 2,1 mg vitamina B6, 4,5 mcg vitamina B12, 100 mg magnezija, 2,5 mg cinka, 2,5 mg železa in 10 mcg selena. Kapsule, pripravljene z inovativno tehnologijo, omogočajo večjo učinkovitost. Povečajo absorpcijo, biorazpoložljivost in stabilnost. Njihova posebna oblika omogoča lažje požiranje in boljšo želodčno prenosljivost. Ne razvijajo vonja, so brez okusa.

Pri uživanju proizvoda *Cardiovasc plus* se priporoča dolgotrajno jemanje dveh kapsul dnevno, najbolje ob obroku. Za doseg optimalnega učinka je treba *Cardiovasc plus* jemati vsaj dvanajst tednov.

Izdelek uporabljamo pod zdravniškim nadzorom in ni primeren kot edini vir prehrane. Ob jemanju dodatnih zdravil in pri alergijah na morsko hrano se je o jemanju treba posvetovati s svojim zdravnikom (Panakea, 2015).

Neptunovo krilovo olje 500mg (Bimedia, d. o. o)

Neptunovo krilovo olje proizvajajo pod strogo nadzorovanimi pogoji, ki zagotavljajo ustrezno kakovost, ki jo opredeljuje oznaka neptun. Izdelek v svoji sestavi vsebuje le fosfolipidni izvleček *Esophausia superba*, ki v eni kapsuli predstavlja 66,67 % delež vseh sestavin. Ostali delež je želatinasta kapsula in glicerol.

Z bogato maščobno kislinsko sestavo vnesemo z dnevnim odmerkom 1000 mg neptunovega krilovega olja, od tega 230 mg omega-3, natančneje 120 mg EPA in 70 mg DHA, 300 mg fosfolipidov in 750 mg astaksantina.

Proizvajalec izdelku zagotavlja sestavine brez težkih kovin, brez hidrogeniranih maščob in umetnih trans maščob, brez nanodelcev, brez obsevanih surovin in brez dodanih hormonov. *Neptunovo krilovo olje (500 mg)* uživamo po dve kapsuli na dan pri zajtrku. En zavojček vsebuje šestdeset kapsul in zadostuje za trideset dni (Bimedia, n. p.).

Ultra kril oil (Novi val, d. o. o.)

Prehransko dopolnilo *Ultra kril oil* vsebuje v eni kapsuli 500 mg čistega krilovega olja, pridobljenega iz vrste *Esophausia superba*. Dnevni odmerek znaša dve kapsuli s

tekočino po obroku. Z dnevnim odmerkom v telo vnesemo 1000 mg krilovega olja, od tega 400 mg fosfolipidov, 80 mg omega-9 maščobne kisline, 220 mg skupnih omega-3 maščobnih kislin, ki jih sestavlja 120 mg EPA in 55 mg DHA. Poleg maščobnih kislin se na fosfolipide veže še 80 µg antioksidanta astaksantina.

Prednost izdelka *Ultra kril oil* je v tem, da je v obliki majhne kapsule, kar omogoča lažje jemanje. Izdelek ravno tako ne povzroča refluksa in spahovanja ter neprijetnega vonja po ribah. Redno konzumiranje krilovega olja, ki se nahaja v izdelku *Ultra kril oil* vpliva na znižanje slabega holesterola (LDL), dokazano blaži simptome predmenstrualnega sindroma, blaži bolečine artritisa in izboljšuje gibljivost sklepov, znižuje pa tudi možnosti za povišan krvni tlak, možgansko kap, raka in depresijo (Vitabiotics, n. d.; Vitabiotics, 2015).

Bioglan rdeče krilovo olje (Orbico, d. o. o.)

Prehransko dopolnilo *Bioglan rdeče krilovo olje* je namenjeno ženskam. Izdelek v svoji sestavi poleg 335 mg krilovega olja vsebuje še 200 mg olja svetlina, 80 mcg vitamin D3, 3 mg vitamin B6, 5 mg železa in 1,5 mg cinka, ki vplivajo na dobro počutje in vitalnost žensk. Namen svetlinovega olja je vzpostaviti hormonsko neravnovesje med ženskim ciklom in menopavzo. Vitamin D, B6 ter cink so pomembna hranila za krepitev imunskega sistema. Vitamin B6 v kombinaciji z železom prispeva k zmanjšanju utrujenosti, saj imata oba vlogo pri nastajanju rdečih krvničk. Za zdrave lase in nohte pa poskrbi kombinacija cinka, vitamina D3 in svetlinovega olja. Krilovo olje, ki ga vsebuje izdelek, je potrjeno s strani Marine Stewardship Council, ki ima nadzor nad ulovom krilovih rakcev. Ženske zaužijejo eno kapsulo *Bioglan rdečega krilovega olja* na dan po večjem obroku (Lekarnar, n. d., c).

Krill-olje Biopharma (Difar, d. o. o.)

Izdelek je prehransko dopolnilo, ki je izdelano iz antarktičnega krilovega rakca. Z najvišjim dnevnim odmerkom v telo vnesemo 2000 mg čistega krilovega olja, od tega 194 mg omega-3, 68 mg omega-6, 278 mg omega-7, 368 mg omega-9 in 2 mg antioksidanta astaksantina. Priporočljivi dnevni odmerek je od 2 do 4 kapsule dnevno (Sanolabor, n. d.).

Jamieson Omega Red Super Krill (Magna medica, d. o. o.)

Izdelek Jamieson Omega Red Super Krill je v Sloveniji registriran kot prehransko dopolnilo. Krilovo olje v izdelku je podprto s številnimi študijami. Bunea in sod. (2004) v svoji raziskavi dokazujejo vpliv na zmanjšanje celokupnega holesterola za 13 %, zmanjšanje holesterola LDL za 32 % in zmanjšanje trigliceridov za 11 %. V klinični študiji, ki je bila izpeljana na 90 bolnikih, pa so ugotovili zmanjšanje bolečine v sklepih za 24 %, zmanjšano togost sklepov za 22 % in manjše vnetje sklepov za 20 %. V omenjenih raziskavah so ugotovili, da krilovo olje vpliva tudi na povečanje gibljivosti samega sklepa za 16 % pri vseh preiskovancih (Deutch, 2007). Poleg vpliva na vnetne procese in lipidno sliko pa krilovo olje vpliva še na predmenstrualni sindrom in dismenorejo. Sampallis in sod. (2003) so s svojo študijo, ki je bila izpeljana na 70 ženskah potrdili zmanjšanje zadrževanja vode v telesu pri 37 % vseh preiskovank, pri 33 % pa so se zmanjšale bolečine v trebuhu, pri 40 % preiskovank se je znižala

depresija in pri 47 % vseh preiskovank se je zmanjšala razdražljivost. Olje vsebuje poleg omega-3 maščobnih kislin še antioksidant astaksantin. Z neodvisnim testiranjem so dokazali, da ima krilovo olje, pridobljeno iz antarktičnega krilovega rakca ORAC (Oxygen radical absorbance capacity) 378. V primerjavi z ribjim oljem je tako krilovo olje 48-krat bolj učinkovito za antioksidativno zaščito celic, 300-krat bolj učinkovito kot vitamin A in E, 34-krat bolj učinkovito kot Q10 in 6-krat boljše od likopena. Izdelek se tako priporoča vsem, ki imajo opredeljene bolezni srca in ožilja, povišano vrednost holesterola in trigliceridov, ženskam s težavami dismenoreje in predmenstrualnega sindroma ter raznimi oblikami vnetja v telesu, saj krilovo olje znižuje C-reaktivni protein, ki v telesu nastopa kot marker vnetja (Jamiesons, n. d.). Priporočljivi dnevni vnos je ena kapsula, kar znaša 1000 mg čistega krilovega olja. Izdelek je farmacevtsko preizkušen in proizveden v kontroliranih pogojih, ki zagotavljajo sledljivost in varnost izdelka, prav tako pa polno učinkovitost in klinično čistočo (Lekarnar, n. d., d).

Biocyte Dissolv'sterol, Biocyte memokrill in Biocyte omegakrill (TOPMEDICUS, Nada Jurič, s. p.)

Vsi trije izdelki se pojavljajo na slovenskem tržišču kot prehranska dopolnila. V svoji sestavi vsebujejo krilovo olje, med seboj pa se razlikujejo po različnih sestavinah znotraj izdelka.

Ena oblika Biocyte Dissolv'sterol vsebuje kapsulo s 500 mg krilovega olja od tega 46,5 mg EPA, 27 mg DHA, druga oblika pa vsebuje tableto s 375 mg kvasovk iz rdečega riža *Monascus purpureus* in 30 mg koencima Q10 (Topmedicus, n. d.). Kvasovke, ki vsebujejo aktivno sestavino monakolin K, ki je strukturno identična lovastatinu, zavira HMG-CoA reduktazo, encim, ki sodeluje pri tvorbi holesterola v jetrih. Klinične študije so dokazale, da Monakolin K prispeva k vzdrževanju normalne ravni holesterola v krvi. Pozitiven učinek je dosežen pri dnevnem vnosu ≤ 10 mg Monakolina K (European Food Safety Authority, 2011). Priporočljivi dnevni odmerek izdelka *Biocyte Dissolv'sterol* je ena kapsula s sestavo prve formule in ena tableta s sestavo druge formule na dan (Topmedicus, n. d.).

Izdelek *Biocyte memokrill* v svoji sestavi poleg 150 mg krilovega olja (18 mg EPA in 8 mg DHA) vsebuje še 14 mg fosfolipidov pridobljenih iz kaviarja, 15 mg antioksidanta koencima Q-10 in 52,5 mg fosfatidilserina, ki je naravna sestavina človeškega telesa natančneje celičnih membran in nevronov, ki neposredno sodelujejo pri spominu. Prehransko dopolnilo uživamo tri mesece po eno kapsulo na dan (Lekarnar, n. d., a).

Med najbolj osnovne izdelke iz družine *Biocyte* spada *Biocyte omegakrill*, ki v svoji sestavi vsebuje 500 mg krilovega olja, od tega 200 mg fosfolipidov, 75 mg EPA in 45 mg DHA, omega 9, holin 37 mg, omega 6, 50 ui vitamin A, 0,25 ui vitamina E, 2,5 mg natrija in 0,63 mg astaksantina. Prehransko dopolnilo dokazano deluje na vid, možgane, živčevje in srce. Priporočljivi dnevni odmerek pa znaša redno uživanje ene kapsule na dan vsaj tri mesece (Lekarnar, n. d., b).

5 RAZPRAVA

Bolezni srca in ožilja so v svetu in pri nas zelo razširjene. K njihovem razvoju prispeva vrsta različnih dejavnikov tveganja, kot so kajenje, pomanjkanje telesne dejavnosti, povišan krvni tlak in debelost. Najbolj tvegana skupina za razvoj bolezni srca in ožilja so sladkorni bolniki, ljudje, ki so neprestano pod stresom in tisti s povišanim holesterolom, ki obloga arterije in tako otežuje normalen pretok krvi, kar povečuje možnost za srčni infarkt. Najpogosteje se te bolezni pojavijo med 56. in 64. letom starosti, umrljivost pa se po 65. letu starosti poveča kar za 57 %. V Sloveniji so bolezni srca in ožilja, med katere sodi arterijska hipertenzija, srčni infarkt, angina pectoris, ateroskleroza, ishemična bolezen srca in akutni koronarni sindrom, na prvem mestu med vzroki umrljivosti (Alič, 2013).

Med pomembne dejavnike za preprečevanje razvoja bolezni srca in ožilja štejemo tudi uravnoteženo prehrano, ki vsebuje vse pomembne hranilne snovi, tako ustrezne maščobe, ogljikove hidrate in beljakovine, kot tudi vitamine in minerale v tolikšni meri, kot jih telo potrebuje. Pomembno vlogo pri prehranjevanju imajo esencialne maščobe, še posebej nenasičene maščobne kisline. V našem organizmu, v jetrih nastaja holesterol različne sestave. Večje koncentracije HDL upočasnijo procese ateroskleroze ter pospešijo sintezo celičnih membran in steroidnih hormonov v telesu. Mejne vrednosti celokupnega holesterola pri prebivalcih Evrope se gibljejo med 4 in 5,2 mmol/l in nekoliko nihajo glede na spol, starost, raso (Grubič, 2006). Normalne vrednosti HDL-holesterola se gibljejo med 1,0 in 1,6 mmol/l, LDL-holesterol pa ima normalne mejne vrednosti med 3,4 in 4,1 mmol/l (Olup Voh, 2011).

Fosfolipidi so glavna gradbena komponenta številnih bioloških membran, njihove mejne vrednosti se gibljejo med 1,9 in 3,2 mmol/l., trigliceridi pa se v telesu shranjujejo kot kapljice koncentriranih energijskih rezerv v adipocitih ali pa krožijo s krvjo v lipoproteinskih skupinah (Kocjančič in Mravlje, 1998).

Ugotovljeno je bilo, da so trigliceridi po svoji sestavi izjemno raznoliki. Mednje sodijo nasičene in nenasičene maščobne kisline. Za nasičene maščobne kisline lahko rečemo, da ob presežku vodijo do bolezni srca in ožilja ter nekaterih oblik raka (Hlastan in Ribič, 2009). Prehranska priporočila narekujejo 10 % vnos nenasičenih maščobnih kislin, 7 % vnos polinenasičenih maščobnih kislin in omejitev vnosa trans maščobnih kislin na 1 % (Grubič, 2006).

Med nenasičene maščobne kisline se uvrščata esencialna omega-3 in omega-6 maščobna kislina, ki s svojim pravim razmerjem vplivata na delovanje našega imunskega sistema. Pravilno razmerje med omega-3 in omega-6 maščobnimi kisljinami, ki po priporočilih EFSA znaša 4 : 1, zavira vnetne procese, avtoimune bolezni ter ščiti telo pred nekaterimi oblikami raka (Bunea in sod., 2004; Lončar in Dolinar, 2014). Znano je namreč, da omega-3 delujejo v našem organizmu kot kontrola, ki zavira tiha vnetja in s tem zadržuje bolezni. S prehrano navadno ne zaužijemo dovolj omega-3 maščobnih kislin, bistveno preveč pa omega-6 maščobnih kislin (maščobe, meso, jajca, skrite maščobe v sladkarijah, predelana živila). Zato je razmerje med njima porušeno, kar lahko privede do nastanka različnih bolezni. Razmerje med njima so znanstveniki, ki se ukvarjajo z zdravjem srca in ožilja, označili kot omega-3 indeks. To je razmerje med omega-3 in vsemi nenasičenimi omega-3 in omega-6 maščobnimi kisljinami na

rdečih krvničkah. Omega-3 indeks se razteza v območju med 4 in 8, pri čemer 4 pomeni najvišje, 8 pa najnižje tveganje za nastanek srčno žilnih bolezni. Bolj enostavno to pomeni, da manj, ko zaužijemo mastne hrane z veliko omega-6 maščobnih kislin in bolj, ko uživamo kvalitetne omega-3 maščobne kisline, višji je omega-3 indeks, saj se razmerje med obema maščobnima kislinama v našem telesu spremeni. To predstavlja manj možnosti za nastanek oziroma napredovanje bolezni srca in ožilja (Naturamedica, 2014).

Pravo razmerje med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami je težko usmerjati samo s hrano. Na tržišču, tudi slovenskem, se pojavlja vedno več prehranskih dopolnil in živil za posebne zdravstvene namene, ki že v enkratnem dnevnem odmerku pokrijejo potrebe po dnevnem vnosu esencialnih maščobnih kislin.

Prehranska dopolnila niso enakovredna uravnoteženi prehrani, njihov namen je dopolnjevati običajno prehrano s koncentriranimi viri posameznih ali kombiniranih hranil. Največjo vlogo igrajo pri posameznikih in določenih skupinah ljudi z visokim tveganjem za pomanjkanje dnevno potrebnih hranil (Sabo, 2013; Bukovec, 2010). Danes je na tržišču množica različnih dopolnil k prehrani, ki vsebujejo omega-3 maščobne kisline. Eden prvih virov, ki je dopolnjeval zdravo prehrano z omega-3 maščobnimi kislinami je bilo ribje olje. Prehranska dopolnila z ribjim oljem vsebujejo omega-3 maščobne kisline v obliki trigliceridov. Trigliceridi predstavljajo vir energije, takoj ko se absorbirajo v telo ali pa se skladiščijo za energijo v maščobnem tkivu. Tako mora biti količina ribjega olja ustrezno večja, da nadomestimo to izgubo in zagotovimo zadostno količino omega-3 maščobnih kislin na celičnem nivoju (Superbakrill, 2014).

Skozi čas so raziskave potrdile, da lahko tudi dolgoverižne maščobne kisline EPA in DHA prehajajo v telo hitreje. Razlika v prehajanju in telesni razpoložljivosti EPA in DHA je odvisna od tega, v kakšni obliki prispejo do črevesnih resic. Najbolj ugodna oblika, ki omogoči hitrejšo absorpcijo je fosfolipidna oblika EPA in DHA, ki jo v svoji sestavi vsebuje *Euphausia superba* ali krilov rakec (Winter in sod., 2010).

Fosfolipidi se zaradi svoje hidrofilne glave in hidrofobnega repa hitreje pomešajo s črevesnimi sokovi ter tako omogočajo lažjo absorpcijo omega-3 maščobnih kislin (Akerbiomarina, 2014).

Potrjeno je bilo, da je lahko delež krilovega olja v primerjavi z ribjim oljem bistveno nižji, saj se EPA in DHA v krilovem olju povezuje s trigliceridi. Zadnje klinične raziskave na ljudeh so pokazale, da, če želimo doseči enako biološko razpoložljivost omega-3 v telesnih celicah, potrebujemo bistveno manj omega-3 maščobnih kislin v obliki fosfolipidov kot v obliki trigliceridov (Superbakrill, 2014). V eni od raziskav, ki so jo izvajali Ulven in sod. (2011) so preverjali, ali ima nižji odmerek EPA in DHA v fosfolipidni obliki v primerjavi z EPA in DHA v trigliceridni obliki enako biološko razpoložljivost maščobnih kislin v plazmi. Prišli so do ugotovitve, da lahko 37 % nižji odmerek EPA in DHA v fosfolipidni obliki vodi do podobnega povišanja omega-3 maščobnih kislin, kot EPA in DHA v trigliceridni obliki v primerjavi s placebom. To odkritje je potrdilo, da je za doseganje primerljivega nivoja EPA in DHA v krvi potreben nižji odmerek EPA in DHA v obliki fosfolipidov kot v obliki trigliceridov. S pomočjo raziskovanja je bilo potrjeno, da je dopolnilo z 2 g krilovega olja na dan, ki ima EPA in DHA vezane s fosfolipidi, povzročilo povečano biološko razpoložljivost

EPA v plazmi in enako biološko razpoložljivost DHA, čeprav je bil odmerek krilovega olja v primerjavi s trigliceridno obliko ribjega olja polovičen. Po prilagoditvi odmerka pa so dokazali, da je bilo celotno povišanje EPA in DHA v plazmi preiskovancev, ki so prejeli krilovo olje štiri tedne, za 24 % večje kot povišanje EPA in DHA v plazmi preiskovancev, ki so prejeli ribje olje (Maki in sod., 2009).

Opravljenih je bilo tudi nekaj raziskav o vplivu krilovega in ribjega olja na celokupen holesterol, LDL in trigliceride. Bunea in sod. (2004) so dokazali, da se skupni holesterol pri ljudeh med 18. in 85. letom starosti, ki so dvanajst tednov prejeli 3 g krilovega olja, zniža za 17,9 %. Pri skupini, ki je prejela 3 g ribjega olja, pa se je celokupni holesterol znižal le za 5,9 %. V skupini, ki je prejela krilovo olje v odmerku 3 g, je bilo ugotovljeno tudi 39,15 % znižanje holesterola LDL in 27,5 % znižanje trigliceridov. Skupina, ki je prejela ribje olje v odmerku 3 g pa je holesterol LDL znižala le za 4,6 %, trigliceride pa za 3,15 %.

Krilovo olje pomembno vpliva na serumske koncentracije holesterola, znižuje LDL in trigliceride ter povišuje HDL, zavira pa tudi vnetne procese, ki nastajajo pri predmenstrualnem sindromu. Fosfolipidna oblika olajša prehod EPA in DHA skozi steno črevesja, poveča njihovo biološko razpoložljivost, popravi razmerje med omega-3 in omega-6 v telesu ter tako vpliva na fluidnost celičnih membran, kar pozitivno vpliva na čustvena stanja, ki v največji meri soustvarjajo predmenstrualni sindrom. Raziskava, ki je zajemala sedemdeset žensk, je v obdobju treh mesecev potrdila pozitivne rezultate krilovega olja na predmenstrualni sindrom. Pri 37 % preiskovank so znanstveniki potrdili zmanjšano zadrževanje vode v telesu, 40 % jih je zaznalo zmanjšanje depresije, 47 % preiskovank je potrdilo manjšo razdražljivost, 33 % pa jih je zaznalo bistveno manjšo bolečino v trebuhu (Smpalis in sod., 2003).

Olje, pridobljeno iz krilovega rakca, ne stopa v ospredje le zaradi boljše biorazpoložljivosti omega-3 maščobnih kislin, ampak tudi zato, ker v svoji sestavi vsebuje še holin in astaksantin (Akeribiomarina, 2014). Ugotovitve raziskav kažejo, da je holin v telesu odgovoren za sintezo nevrotransmitorjev, natančneje acetil holina, ter omogoča prenos lipidov in znižanje homocisteina. Pomanjkanje holina v telesu lahko privede do zamaščenosti jeter in poveča tveganje za mišično disfunkcijo (Burri in Johnsen, 2015). Astaksantin je antioksidant, ki daje krilovemu olju značilno rdečo barvo. Poleg obarvanosti astaksantin ščiti olje pred oksidacijo in tako v olju deluje kot naraven konzervans (Akerbiomarine, 2014). Dokazano je, da kombinacija omega-3 in astaksantina znižuje plazemsko koncentracijo holesterola v krvi, izboljšuje imunski sistem in zmanjša tveganje za nastanek srčno žilnih bolezni (Ambati, 2014).

Neodvisno testiranje je pokazalo, da ima krilovo olje, pridobljeno iz antarktičnega krilovega rakca, vrednost ORAC (Oxygen radical absorbance capacity) 378. V primerjavi z ribjim oljem je krilovo olje 48-krat bolj učinkovito pri antioksidativni zaščiti celic, 300-krat bolj učinkovito kot vitamin A in E, 34-krat bolje ščiti celice pred oksidacijskimi procesi kot Q10 in 6-krat bolje kot likopen (Lekarnar, n. d.).

Na slovenskem tržišču je krilovo olje dostopno le v lekarnah in specializiranih prodajalnah kot prehransko dopolnilo ali živilo za posebne zdravstvene namene. Krilovo olje najdemo v izdelkih *Neptunovo krilovo olje Naturamedica*, *Neptunovo krilovo olje za otroke*, *CardioMed*, *Cardiovasc plus medicinalis*, *Neptunovo krilovo*

olja, 500 mg, znamke *Now, Ultra kril oil* uvoznika *Novi val, d. o. o., Bioglan rdeče krilvo olje*, ki ga uvaža *Orbico, d. o. o., Krill-olja Biopharma* uvoznika *Difar, d. o. o., Jamieson Omega Red Super Krill* uvoznika *Magna medica, d. o. o.*, in prehranska dopolnila *Biocyte Dissolv'sterol, Biocyte memokrill* in *Biocyte omegakrill* ki jih na slovenski trg uvaža *TOPMEDICUS, Nada Jurič, s. p.*

Ob pregledu izdelkov na slovenskem tržišču smo ugotovili, da sta le dva izdelka registrirana kot živili za dietetsko uravnavanje srčno-žilnih bolezni. To sta *CardioMed* in *Cardiovasc plus medicinalis*. Oba izdelka lahko priporočamo ljudem s povišanim tveganjem razvoja bolezni srca in ožilja, ljudem, ki imajo težave s povišanim holesterolom in trigliceridi v krvi, ter ljudem po prebolelih srčno-žilnih dogodkih, kot so srčni infarkt, angina pectoris in možganska kap. Izdelka se med seboj razlikujeta po sestavi. *Cardiomed* v svoji sestavi vsebuje le 500 mg krilovega olja, ki ga odmerjamo 2-krat dnevno po eno kapsulo. *Cardiovasc plus* z odmerkom dveh kapsul na dan pa ima poleg 400 mg krilovega olja svojo sestavo obogateno še s Q10, vitaminom B6, B12, minerali magnezija, cinka, železa in selen, za katere je znano da še dodatno pomagajo pri boleznih srca in ožilja (Naturamedica, n. p.; Bimedia, n. p.).

Med raziskanimi izdelki na slovenskem tržišču imajo *Neptunovo krilovo olje Naturamedica, Neptunovo krilovo olje za otroke Naturamedica* in *Neptunovo krilovo olje, 500 mg* znamke *Now* oznako neptun. Ta oznaka zagotavlja 100 % čisto obliko omega-3 maščobnih kislin in antioksidanta astaksantina v krilovem olju (Naturamedica, 2015).

Večina izdelkov na slovenskem tržišču vsebuje le krilovo olje. V eni kapsuli izdelki *Neptunovo krilovo olje; CardioMed; Neptunovo krilovo olje, 500 mg; Ultra kril oil* in *Kril-olja Biopharma* vsebujejo 500 mg krilovega olja, dnevno priporočilo pa narekuje dve kapsuli na dan. Izdelek *Jemieson omega red super kril* je v primerjavi z naštetimi bolj preprost za uporabo, saj že z eno kapsulo pridobimo 1000 mg krilovega olja.

Pri ostalih izdelkih pa so proizvajalci želeli dopolniti sestavo in so poleg osnovne komponente krilovega olja dodali še vitamine in minerale ter nekatera druga olja, da bi bolje zadostili potrebam ciljnih skupin. Tako izdelek *Neptunovo krilovo olje za otroke* vsebuje poleg 200 mg krilovega olja še olje boraga, ki omogoča boljše biološko razpoložljivost EPA, DHA in gama linolenske kisline, vsebuje tudi vitamin D, ki je dokazano potreben za normalno rast in razvoj kosti otrok (Naturamedica, 2015). Izdelek *Bioglan rdeče krilovo olje* pa je bil izdelan z namenom, da zagotovi vse potrebne snovi ženskam v reproduktivni dobi. V svoji sestavi vsebuje poleg 355 mg krilovega olja še olje svetlina, vitamin D3, B6, železo in cink (Lekranar.com, n. d., c).

Skupina izdelkov poimenovana *Biocyte* omogoča pri vseh treh po sestavi različnih izdelkih odmerjanje le ene kapsule na dan. Najbolj osnovni izdelek *Biocyte omega krill* poleg 500 mg krilovega olja vsebuje še komponente omega-6, omega-9, vitamine A in E, ter natrij. Omogoča izboljšanje vida, pozitivno vpliva na možgane, živčevje in srce. Drugi izdelek *Biocyte momokril* je proizvajalec namenil ljudem, ki želijo izboljšati spomin. V sestavi poleg 150 mg krilovega olja vsebuje še fofolipide pridobljene iz kaviarja, Q10 in fosfatidilserin, ki služi v telesu kot pomembna komponenta celičnih membran in nevronov. Tretji izdelek *Biocyte Dissolv'sterol* je sestavljen iz dveh oblik. Prva oblika vsebuje kapsulo s 500 mg krilovega olja, druga pa v kapsuli združuje Q10

in kvasovke iz rdečega riža, ki odlično sodelujejo pri preprečevanju nastajanja holesterola v jetrih (Lekarnar, n. d., a).

Fosfolipidna sestava krilovega olja zagotavlja prednosti na ključnih področjih. Ker je krilovo olje bolj učinkovito v manjših odmerkih, se prehranske dodatke s krilovim oljem lažje pogoltne. Ker se fosfolipidi raztopijo v hidrofilni tekočini, se v nasprotju s trigliceridi, ki so hidrofobni in se naberejo na vrhu želodčne vsebine, lažje prebavljajo ter ne povzročajo prebavnih motenj ali spahovanja. Prednosti uživanja krilovega olja niso samo v edinstveni sestavi. Ker kril živi v nedotaknjenih vodah Antarktike in je nižje na prehranski verigi, je njegova onesnaženost malo verjetna. Poleg tega je pomemben podatek tudi, da je kril obnovljiv prehranski vir. Nove tehnike ulova omogočajo proizvajalcem in trgovcem sledenje ter preverjanje kakovosti in čistosti sestave krilovega olja (Akerbiomarina, 2014).

6 ZAKLJUČEK

V zaključni projektni nalogi smo predstavili krilovo olje, ki predstavlja bogat vir nenasičenih maščobnih kislin. Vsebuje omega-3 maščobne kisline, holin in astaksantin. Prednost omega-3 maščobnih kislin v krilovem olju je povezanost EPA in DHA s fosfolipidi. Fosfolipidna povezava EPA in DHA omogoča boljše biorazpoložljivost, kot je to značilno za omega-3 maščobne kisline, ki so v ribjem olju vezane na trigliceride. Lažja absorpcija fosfolipidov omogoča, da omega-3 maščobne kisline vezane na fosfolipide hitreje pridejo iz prebavil do ustreznih tkiv in organov. Omega-3 maščobne kisline se iz krilovega olja dvakrat hitreje absorbirajo kot iz ribjega olja. Ni pomembno samo, koliko omega-3 maščobnih kislin zaužijemo, zelo pomembno je, koliko in kako hitro pridejo do celice, kjer učinkujejo. Krilovo olje je tudi lahko prebavljivo, saj po njegovem zaužitju ne prihaja do spahovanja in ni priokusa po ribah. Krilovo olje je primerno tudi za tiste, ki slabo prebavljajo maščobe oz. imajo odstranjen žolčnik, saj po zaužitju ne občutijo tiščanja in bolečin v želodcu. Dokazano je, da imajo omega-3 maščobne kisline pozitivno vlogo pri delovanju srca in možganov ter ohranjanju vida. Otroci in najstniki, ki zaužijejo premalo teh maščob, so bolj podvrženi hiperaktivnosti in depresiji. Ugodne učinke dosežemo z vsakodnevnim uživanjem primerne hrane, bogate z omega-3 maščobnimi kislinami. Kadar se morska hrana na jedilniku znajde bolj poredko, se priporoča uživanje prehranskega dopolnila, ki ima kakovostno sestavo omega-3 maščobnih kislin iz preverjenih morskih virov. Kot zelo učinkovito se je izkazalo prehransko dopolnilo iz krilovega olja. Ponudba prehranskih dopolnil in živil za posebne zdravstvene namene s krilovim oljem je na slovenskem tržišču velika. Poleg izdelkov, ki temeljijo zgolj na krilovem olju in se svetujejo ljudem s povišanim tveganjem za razvoj bolezni srca in ožilja, slovenski trg ponuja tudi kombinirane izdelke s sestavinami, ki dopolnjujejo sestavo krilovega olja za določene ciljne skupine.

V zaključni projektni nalogi smo uspešno odgovorili na zastavljeno vprašanje: Krilovo olje, ki ga na slovenskem tržišču lahko zasledimo v lekarnah ali specializiranih prodajalnah, ima za preprečevanje razvoja kroničnih obolenj ljudi velik pomen. V Sloveniji je registrirano kot prehransko dopolnilo ali živilo za posebne zdravstvene namene. Zaradi svoje ugodne maščobno-kislinske sestave je v primerjavi z ostalimi viri omega-3 maščobnih kislin v samem vrhu. Ima pomembno vlogo pri preventivnem ohranjanju zdravja, zlasti pri preprečevanju razvoja bolezni srca in ožilja. Dokazano je, da znižuje celokupen holesterol in holesterol LDL, povišuje holesterol HDL ter znižuje koncentracijo trigliceridov. Svetujemo ga lahko tudi ljudem po prebolelih srčno-žilnih dogodkih, kot so srčni infarkt, možganska kap in angina pectoris. Deluje močno protivnetno, zato ga lahko uporabljamo tudi pri blaženju predmenstrualnega sindroma. Z dodatkom vitamina D, B12, B6, mineralov magnezija, železa in cinka ter Q10 in nekaterih drugih olj pa so še dodatno izboljšali vrednost prehranskega dopolnila.

7 VIRI

- AKERBIOMARINE, 2014. *Krill phospholipid omega 3-s* [spletni vir]. [Datum dostopa 14. 7. 2015]. Dostopno na <http://www.akerbiomarine.com/wp-content/uploads/2014/09/Krill-Oil-White-Paper.pdf?60cd6f>
- ALIČ, A., 2013. *Preprečevanje bolezni srca in ožilja*: diplomska naloga. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede, str. 1.
- AMBATI BANNI, S., CARTA, G., MURRU, E., CIRDEDDU, L., GIORDANO, E., SIRIGU, A.B., BERGE, K., VIK, H., C MAKI, K., DI MARZO, V. in sod. 2011. Krill oil significantly decreases 2-arachidonoylglycerol plasma levels in obese subject. *Nutrition & Metabolism*, letn. 8, št. 7, str. 1–6.
- AMBATI, R.R., MOI, P.S., RAVI, S. in ASWATHANARAYANA, R.G., 2014. Astaxanthin: sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications-A Review. *Marine drugs*, letn. 12, št. 1, str. 128–152.
- BENGSTON NASH, S.M., SCHLABACH, M. in NICHOLS, P.D., 2014. A nutritional toxicological assessment of antarctic krill oil. *Nutrients*, letn. 6, št. 9, str. 3382–3402.
- BIMEDIA, n. p. *Neptunovo krilovo olje, 500 mg* [spletni vir]. [Datum dostopa 10. 9. 2015]. Dostopno na http://hisa-zdravja.si/prodajni_program/za_zdravje/srce_in_ozilje/omega_3_6_9/97/neptunovo_krilovo_olje_500_mg/
- BUKOVEC, A., 2010. *Analize panoge prehranskih dopolnil v Sloveniji*: diplomska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, str. 4.
- BUNEA, R., EL FARRAH, K. in DEUTSCH L., 2004. Evaluation of the effects of neptune krill oil in the clinical course of hyperlipiddemia. *Alternative Medicine Review*, letn. 9, št. 4, str. 420–428.
- BURRI, L. in JOHNSEN, L., 2015. Krill products: An overview of animal studies. *Nutrients*, letn. 7, št. 5, str. 3300–3321.
- ČERVEK, M., 2012. Pomen maščob v sodobni prehrani. V: KRIŽNIK STEPEŠNIK, J., in sod. ur. *Trendi in izzivi v živilstvu, prehran, gostinstvu in turizmu: Zbornik prispevkov/ II. Mednarodna strokovna konferenca, Ljubljana, 16. in 17. November 2012*. Ljubljana: Biotehnični izobraževalni center, str. 10–15.
- DEUTCS, L., 2007. Evaluation of the effects of neptune krill oil on chronic inflammation and arthritich symptoms. *Journal of American collage of nutrition*, letn. 26, št. 1, str. 39–48.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2011. *Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to monacolin K from red yeast rice and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 1648, 1700) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/20061* [spletni vir]. [Datum dostopa 06. 10. 2015]. Dostopno na http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/2304.pdf
- FERRAMOSCA, A., CONTE, A., BURRI, L., BERGE, K., DE NUCCIO, F., GIUDETI, A.M. in ZARA, V., 2012. A krill oil supplemented diet suppresses hepatic Steatosis in high-fat fed rats. *Plos one*, letn. 7, št. 6, str. 1–14.
- FISHERIES AND AQUACULTURE DEPARTMENT, n. d. *Euphausia superba (Dana, 1852)* [spletni vir]. [Datum dostopa 23. 9. 2015]. Dostopno na <http://www.fao.org/fishery/species/3393/en>
- GRUBIČ, Z., 2006. Vloga maščob v človekovem organizmu. V: PANDEL MIKUŽ, R., ur. *Oblikovanje celostnega pristopa k ohranjanju in krepitvi zdravja: prehrana, gibanje in pozitivna samo podoba: Zbornik predavanj/ strokovno združenje*

- nutricionistov in dietetikov, Ljubljana, 23. november*. Ljubljana, str. 13–21.
- HLASTAN RIBIČ, C., 2009. *Uvod v prehrano* [spletni vir]. [Datum dostopa 11. 7. 2015]. Dostopno na <http://www.mf.uni-lj.si/dokumenti/0c25dbf8ab6ae9111bd98430c04328f2.pdf>
- IVANOVA, Z., BJØRNDAL, B., GRIGOROVA, N., ROUSSENOV, A., VACHKOVA, E., BERGE, K., BURRI, L., BERGE, R., STANILOVA, S., MILANOVA, A. in sod. 2014. Effect of fish and krill oil supplementation on glucose tolerance in rabbits with experimentally induced obesity. *European journal of nutrition*, letn. 54, št. 7, str. 1055–1067.
- JEMIESON, n. d., *Discover Jamieson Omega COMPLETE Super Krill*. [spletni vir]. [Datum dostopa 5. 10. 2015]. Dostopno na <http://www.jamiesonvitamins.com/SuperReasons>
- KOCIJANČIČ, A. in MRAVLJE, F., 1998. *Interna medicina*. Ljubljana: DZS, str. 589–90.
- LEKARNAR, n. d., a, *Biocyte memokrill, kapsule*. [spletni vir]. [Datum dostopa 6. 10. 2015]. Dostopno na <http://www.lekarnar.com/izdelki/biocyte-memokrill-kapsule>
- LEKARNAR, n. d., b, *Biocyte omegakrill, kapsule* [spletni vir]. [Datum dostopa 5. 10. 2015]. Dostopno na <http://www.lekarnar.com/izdelki/biocyte-omegakrill-kapsule>
- LEKARNAR, n. d., c, *Bioglan rdeče krilovo olje, kapsule*. [spletni vir]. [Datum dostopa 5. 10. 2015]. Dostopno na <http://www.lekarnar.com/izdelki/bioglan-rdece-krilovo-olje-kapsule>
- LEKARNAR, n. d., d, *Jamieson Omega Red Super Krill, kapsule*. [spletni vir]. [Datum dostopa 5. 10. 2015]. Dostopno na <http://www.lekarnar.com/izdelki/jamieson-omega-red-super-krill-kapsule>
- LONČAR, S. in DOINAR, A., 2014. *Resnice in zmote o holesterolu*. Ljubljana: Jasno in glasno, d. o. o., str. 14–17, 22–23, 27–30, 36–37.
- MAKI, K.C., REEVES, M.S., FARMER, M., GRIINARI, M., BERGE, K., VIKI H., HUBACHER, R. in RAINS, T.M., 2009. Krill oil supplementation increases plasma concentrations of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in overweight and obese men and women. *Nutrition resarch*, letn. 29, št. 9, str. 609–615.
- MUZAFARI, D., KATAN, M.B., ASCHERIO, A., STAMPFER, M.J. in WILLETT W.C., 2006. Trans fatt acidy and cardiovascular disease. *The new england journal of medicine*, letn. 354, št. 15, str. 1601–1613.
- NACIONALNI INŠTITUT ZA JAVNO ZDRAVJE RS (NIJZ), 2014. *Trans maščobne kisline predstavljajo tveganje za srčno žilna obolenja* [spletni vir]. [Datum dostopa 11. 7. 2015]. Dostopno na http://www.nijz.si/trans_mascobne-kisline-predstavljajo-tveganje-za-srcno-zilna-obolenja-0
- NATURAMEDICA, 2014. *Rakci osvajajo svet omega*, [spletni vir]. [Datum dostopa 13. 9. 2015]. Dostopno na <http://www.naturamedica.si/rakci-osvajajo-svet-omega3/>
- NATURAMEDICA, 2015. *Izboljšajte miselne procese* [spletni vir]. [Datum dostopa 13. 9. 2015]. Dostopno na <http://www.naturamedica.si/izboljsajte-miselne-procese/>
- NATURAMEDICA, n. d., a, *Cardiomed-uravnavna maščobe v krvi*. [spletni vir]. [Datum dostopa 13. 9. 2015]. Dostopno na <http://www.naturamedica.si/izdelki/cardiomed/>
- NATURAMEDICA, n. d., b, *Neptunovo krilovo olje-najučinkovitejši omega-3* [spletni vir]. [Datum dostopa 13. 9. 2015]. Dostopno na <http://www.naturamedica.si/izdelki/nko/>
- NKO, 2009. *NKO Krill oli* [spletni vir]. [Datum dostopa 10. 9. 2015]. Dostopno na <http://neptunekrilloil.com/products/nko-premium-krill-oil/>

- OLUP VOH, E., 2011. *Porušeno ravnovesje lipidov v serumu v povezavi s srčnim infarktom*: diplomska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, str. 14–15.
- PANAKEA, 2015. *Medicinalis + Cardiovasc plus, 60 kapsul* [spletni vir]. [Datum dostopa 11. 7. 2015]. Dostopno na <http://www.panakea.net/cardiovasc-plus-60-kapsul>
- POKORN, D., 2003. *Prehrana v različnih življenjskih obdobjih*. Ljubljana: List, str. 18–21.
- POKORN, D., 2004. *Dietna prehrana bolnika*. Ljubljana: Založba Marbona, d. o. o., str. 289–290.
- Pravilnik o živilih za posebne zdravstvene namene*, 2002. Uradni list Republike Slovenije, št. 46/2002, 3. člen [spletni vir]. [Datum dostopa 10. 09. 2015]. Dostopno na <http://www.uradni-list.si/1/content?id=36531>
- SABO, Š., 2013. *Analiza vsebnosti omega-3 maščobnih kislin v prehranskih dopolnilih*: diplomska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, str. 1.
- SAMPALIS, F., BUNEA, R., PELLAND, M.F., KOWALSKI, O., DUGUET, N. in DUPUIS, S., 2003. Evaluation of the effects of neptune krill oil on the management of premenstrual syndrome and dysmenorrhea. *Alternative medicine review*, letn. 8, št. 2, str. 171–179.
- SANOLABOR, n. d. *Krill olje Biopharma, 60 kapsul* [spletni vir]. [Datum dostopa 5. 10. 2015]. Dostopno na <https://www.sanolabor.si/si/prehranska-dopolnila/biopharma-krill-olje-60-kapsul>
- SUPERBAKRILL, 2014. *The power of phospholipids: The superior source of omega-3s* [spletni vir]. [Datum dostopa 16. 7. 2015]. Dostopno na <http://superbakrill.com/wp-content/uploads/2014/01/Phospholipid-Science-Brochure.pdf>
- TILLANDR, V., BJØRNDAL, B., BURRI, L., BOHOV, P., SKORVE, J., BERGE, R. K. in ALEXSON, S. E. H., 2014. Fish oil and krill oil supplementations differentially regulate lipid catabolic and synthetic pathways in mice. *Nutrition & Metabolism*, letn. 11, št. 20, str. 1–17.
- TOPMEDICUS, n. d., *Dissolv'stérole* [spletni vir]. [Datum dostopa 6. 10. 2015]. Dostopno na http://www.topmedicus.si/b/biocyte/dobro-pocuthe/i_358_dissolv-sterol-30-tablet-30-kapsul-biocyte
- ULVEN, S.M., KIRKHUS, B., LAMGLAIT, A., BASU, S., ELIND, E., HAIDER, T., BERGE, K., VIK, H. in PEDERSEN, J.I., 2011. Metabolic effects of krill oil are essentially similar to those of fish oil but at lower dose of EPA and DHA, in healthy volunteers. *Lipids*, letn. 46, št. 1, str. 37–46.
- VITABIOTICS, 2015. *Krilovo olje: bogastvo Antarktike za naše telo*. [spletni vir]. [Datum dostopa 9. 9. 2015]. Dostopno na <http://www.vitabiotics.si/krilovo-olje-bogastvo-antarktike-za-nase-telo>
- VITABIOTICS, n. d. *Ultra Krill Oil – omega 3 maščobe* [spletni vir]. [Datum dostopa 9. 9. 2015]. Dostopno na <http://www.vitabiotics.si/izdelek/ultra-krill-oil/>
- WINTHER, B., HOEM, N., BERGE, K. in REUBSAET, L., 2011. Elucidation of phosphatidylcholine composition in krill oil extracted from *Euphausia superba*. *Lipids*, letn. 46, št. 1, str. 25–36.
- ZHU, J.J., SHI, J.H., QIAN, W.B., CAI, Z.Z. in LI, D., 2008. Effects of krill oil on serum lipids of hyperlipidemic rats and human SW480 cells. *Lipids in health and disease*, letn. 7, št. 30, str. 1–6.

POVZETEK

Ker maščobe v vsakodnevni prehrani pokrivajo 30 % delež celokupne potrebne energije čez dan je v zadnjih letih veliko raziskav osredotočenih na pomen v obroku zaužitih maščob. Z namenom raziskovanja razlik med maščobnimi kislinami ob pregledu strokovne in znanstvene literature smo predstavili krilovo olje kot bogat vir nenasičenih maščobnih kislin. V uvodnem delu so opredeljene maščobe in opisani njihovi vplivi na zdravje. V osrednjem delu pa je predstavljen pomen krilovega olja za zdravje, raziskana je primerjava med krilovim in ribjim oljem, predstavljeni pa so tudi izdelki iz krilovega olja, ki so dostopni v obliki prehranskih dopolnil na slovenskem tržišču. Ugotovljeno je bilo, da krilovo olje s svojo ugodno maščobno kislinsko sestavo, ki povezuje EPA in DHA v fosfolipidni sloj, ugodno deluje na zniževanje telesne mase, vpliva na serumsko koncentracijo glukoze v krvi, vpliva na koncentracijo holesterola in trigliceridov ter ugodno deluje na depresivna stanja in kognitivne funkcije. Primerjava med krilovim in ribjim oljem dokazuje, da se trigliceridna oblika omega-3 maščobnih kislin v ribjem olju porablja predvsem za takojšnji vir energije ali pa se skladišči v tkivu, zato mora biti delež ribjega olja v primerjavi s krilovim oljem višji za doseganje enakih rezultatov pri vrednosti maščob v krvi.

Ključne besede: maščobe, omega-3, EPA, DHA, krilovo olje, ribje olje

SUMMARY

Since fats cover over 30 % of the energy necessary in daily nutrition numerous research in recent years have investigated the importance of fats, consumed in a meal. With the intention of researching the differences between fatty acids we reviewed technical and scientific literature to introduce krill oil as a rich source of unsaturated fatty acids. Fats and their effect on health are defined in the introductory part. In the main part, the importance of krill oil for health is presented, along with the comparison of krill and fish oil, and the products of fish oil accessible on the Slovene market in the form of dietary supplements. It has been discovered that krill oil due to its beneficent fatty acid structure that links EPA and DHA into a phospholipid layer has favourable effects on weight loss, depression and cognitive functions, furthermore it influences the serum concentration of glucose in the blood as well as the concentration of cholesterol and triacylglycerol. The comparison between krill oil and fish oil proves that the triacylglycerol shape of omega-3 fatty acids in fish oil is consumed as an immediate source of energy or it is stored up in tissue, thus the share of fish oil, compared to krill oil, has to be higher in order to achieve the same results in the values of fats in the blood.

Key words: fats, omega-3, EPA, DHA, krill oil, fish oil

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici, prof. dr. Darji Barlič Maganji, da me je sprejela pod svoje mentorstvo in me spretno vodila v pravo smer. Zahvaljujem se ji za strokovno vodenje, nasvete, pomoč, potrpežljivost in spodbudo pri izdelavi zaključne projektne naloge.

Posebno zahvalo bi rada namenila moji šefici Brigiti Martinčič, ki me je skozi vsa leta šolanja bodrila in mi nesebično stala ob strani, ter mi nudila pomoč pri šolanju tudi takrat, ko se je vse skupaj zdelo neizvedljivo.

Hvala tudi vsem ostalim, partnerju, staršem, sestri in bratu, prijateljem ter sošolcem, ki ste mi vsa ta leta stali ob strani in me spodbujali.