

Vinnsla og vöruþróun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Heilsufæði: Samantekt á helstu flokkum heilsufæðis og vísindalegra sannana á virkni þeirra

Sigrún Mjöll Halldórsdóttir
Guðjón Þorkelsson
Þóra Valsdóttir

Vinnsla og vöruþróun

Skýrsla Matís 19-08
Júlí 2008

ISSN 1670-7192

Titill / Title	HEILSUFÆÐI: Samantekt á helstu flokkum heilsufæðis og vísindalegra sannana á virkni þeirra		
Höfundar / Authors	Sigrún Mjöll Halldórsdóttir, Guðjón Þorkelsson, Þóra Valsdóttir		
Skýrsla / Report no.	19 - 08	Útgáfudagur / Date:	Júlí 2008
Verknr. / project no.			
Styrktaraðilar / funding:			
Ágrip á íslensku:	<p>Matvæli sem eru talin geta bætt heilsu manna má flokka sem heilsufæði t.d. óbreytt lífrænt ræktuð matvæli, fæðubótarefni og markfæði. Í fyrri hluta þessarar ritgerðar er farið yfir skilgreiningar og reglugerðir, efnivið og virkni vinsælla heilsuvara og leyfðar heilsufullyrðingar ræddar. Samkvæmt reglugerð eru fæðubótarefni matvæli sem eru ætluð sem viðbót við venjulegt fæði en markfæði er hinsvegar oft skilgreint sem matvæli sem hefur verið breytt í þeim tilgangi að heilsusamleg áhrif þeirra aukist. Í seinni hluta ritgerðarinnar eru sérstaklega tekin fyrir prótein í heilsuvörum með áherslu á lífvirkni peptíða. Lífvirk peptíð hafa jákvæð áhrif á heilsu umfram hefðbundið næringargildi. Þau geta haft lífeðlisfræðileg áhrif á virkni í meltingarvegi, hjarta- og æðakerfi, ónæmiskerfi og taugakerfi. Farið er yfir áhrif peptíða í þessum kerfum. Möguleikar fiskvöðvapróteina á heilsuvörumarkaði eru hugleiddir. Nú á dögum er mjög mikið magn af vannýttum aukahráefnum úr sjávarfangi og hafa rannsóknir því beinst mikið að því að finna leiðir til að nýta og auka verðmæti þeirra. Markfæðismarkaður er blómlegur um þessar mundir og því spáð að hann fari stækkandi. Sjávarafurðir hafa jákvæða heilsuámynd meðal neytenda og því gætu heilsuvörur sem innihalda fiskvöðvaprótein slegið í gegn. Það krefst þó þess að rétt bragð, áferð og lífvirkni skili sér til neytendans, auk þess sem kynna þyrfti neytendum vörurnar á markvissan og öflugan hátt.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>Heilsufæði, fæðubótarefni, markfæði, fiskprótein</i>		
Summary in English:	<p>Food that has the potential of improving health can be categorized as health food e.g. organic food, dietary supplements and functional food. Definitions, regulations, composition and functionality of popular health food and permitted health statements, are discussed. According to regulation dietary supplements are food that are intended as an addition to a normal diet, however functional food is commonly referred to as food that has been fortified to enhance its positive effects on health. The latter part of this paper discusses proteins in health foods with emphasis on bioactive peptides. Bioactive peptides have a positive effect beyond their regular nutrition value. They have been shown to have a biological effect in the alimentary canal, the heart and the vascular system, the immune system and the nervous system. The mechanisms involved are reviewed. The potential of fish protein in the functional food market will also be addressed. Today, great quantity of marine by-products are underutilized. Therefore, emphasis has been within the research community on finding methods to utilize and enhance their value. Currently the functional food market is blooming and is expected to grow in the following years. Marine products have a positive health image among consumers, thus health products containing fish proteins could be a great success. To be realized, this requires that the right taste, texture and bioactivity is delivered to the consumer accompanied by a good advertisement campaign.</p>		
English keywords:	<i>Health food, dietary supplement, functional food, fish proteins</i>		

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Heilsuvörur	2
2.1	Saga	2
2.2	Skilgreiningar	3
2.2.1	<i>Heilsufullyrðingar.....</i>	5
2.2.2	<i>Fæðubótarefni.....</i>	8
2.2.3	<i>Markfæði.....</i>	9
2.2.3.1	<i>Sérfæði</i>	11
2.2.3.1.1	<i>Lækningafæði.....</i>	11
2.2.3.1.2	<i>Megrunarfæði.....</i>	12
2.2.3.1.3	<i>Hreystifæði.....</i>	13
2.2.4	<i>Efniviður í fæðubótarefnum og markfæði.....</i>	14
2.2.4.1	<i>Vítamín og steinefni</i>	14
2.2.4.2	<i>Plöntuefni.....</i>	17
2.2.4.2.1	<i>Andoxunarefni.....</i>	17
2.2.4.2.2	<i>Trefjar.....</i>	20
2.2.4.2.3	<i>Fleiri plöntuefni.....</i>	21
2.2.4.3	<i>Oliur.....</i>	23
2.2.4.3.1	<i>Fiskioliur</i>	23
2.2.4.3.2	<i>Plöntuoliur.....</i>	25
2.2.4.3.3	<i>Oliur af spenndýrauppruna.....</i>	26
2.2.4.3.4	<i>Plöntusteról og -stanól.....</i>	27
2.2.4.4	<i>Bætibakteríur</i>	29
2.2.4.5	<i>Prótein, peptíð og aminosýrur</i>	31
2.2.4.6	<i>Annað.....</i>	32
2.3	Viðhorf neytenda og markaður	35
3	Prótein í heilsuvörum	36
3.1	Almennt um prótein.....	39
3.1.1	<i>Bygging.....</i>	39
3.1.2	<i>Næringargildi.....</i>	40
3.1.3	<i>Vinnslueiginleikar.....</i>	41
3.2	Lífvirkni próteina.....	42
3.2.1	<i>Áhrif á heilsu.....</i>	43
3.2.1.1	<i>Hjarta- og æðakerfið.....</i>	43
3.2.1.1.1	<i>Rennín-Angíótensín Kerfið (RAK)</i>	45
3.2.1.2	<i>Taugakerfið.....</i>	47
3.2.1.2.1	<i>Greinóttar aminosýrur</i>	48
3.2.1.3	<i>Ónæmiskerfið.....</i>	49
3.2.1.4	<i>Meltingarkerfið.....</i>	50
3.2.2	<i>Framleiðsla á lífvirkum peptíðum.....</i>	51
3.3	Fiskvöðvaprótein.....	52
3.3.1	<i>Vatnsrofin fiskvöðvaprótein (FPH).....</i>	53
3.3.1.1	<i>Heilsubót.....</i>	53
3.3.1.1.1	<i>Framleiðsla og vinnsla.....</i>	56

3.3.1.2	<i>Frekari hagnýting</i>	57
4	Umræða/lokaorð	59

Heimildarskrá	61
----------------------------	-----------

Töfluskra

Tafla 1	Heilsufullyrðingar leyfðar af FDA.....	6
Tafla 2	Leyfðar heilsufullyrðingar í Svíðþjóð.....	7
Tafla 3	Dæmi um andoxunarefni í grænmeti og ávöxtum	18
Tafla 4	Yfirlit yfir notkunarmöguleika peptíða.....	38
Tafla 5	Lífsgildi nokkurra prótein-ríkra matvæla	40
Tafla 6	Hundraðshluti lífnauðsynlegra aínósýra í nokkrum matvörum	41
Tafla 7	Vítamín í fiski og fiskafurðum.....	53
Tafla 8	Steinefni í fiski og fiskafurðum	53

Myndaskra

Mynd 1	Goji ber	9
Mynd 2	Króm töflur	16
Mynd 3	Slæma kólesterólið (LDL) og góða kólesterólið (HDL).....	19
Mynd 4	Lýsisperlur	24
Mynd 5	CLA fæðubótarefni	27
Mynd 6	Benecol jógúrtdrykkur	28
Mynd 7	Acidophilus hylki.....	30
Mynd 8	Spirulina töflur	33
Mynd 9	Próteindrykkur og flottur massi.	37
Mynd 10	Hlutverk ACE í blóðþrýstingsstjórnun (Li o.fl., 2004).....	46
Mynd 11	LH mjólkurdrykkur	47
Mynd 12	Seacure®	55

1 Inngangur

Heilsufæði eru alls kyns matvæli sem eru ætluð til að bæta heilsu. Það sem kemur fyrst upp í huga flestra þegar þeir heyra orðið “heilsufæði” eru sérhönnuð matvæli til að bæta heilsu og hugtök á borð við lífræn ræktun, engin aukaefni, mjólkurlausar vörur, sykurskertar vörur, glúten- og gerlausar vörur og lágmarks fituinnihald. Víða má finna sérhannaðar heilsuþúðir sem selja slíkar vörur á háu verði og fer þeim fjölgandi í kjölfar aukinnar eftirspurnar, sem er afleiðing aukinnar heilsuþúðvitundar í samfélaginu.

Tímaritið *New Nutrition Business* birti í janúar 2007 “Tíu Lykil Tískustrauumar í Mat, Næringu og Heilsu 2007” (e. *Ten Key Trends in Food, Nutrition & Health 2007*) í matvælaíðnaðinum fyrir árið 2007. Tískustrauumarnir eru að sögn tímaritsins byggðar á greiningu á vísindalegum rannsóknum og greinum sem og stefnumótun sem hefur átt sér stað innan matvælageirans á undanförunum árum. Þessar stefnur benda allar í átt til bættrar heilsu og aukinna lífsgæða og eru einkunnarorðin “náttúrulega heilsusamlegt”. Matur sem hefur jákvæð áhrif á þyngdarstjórnun, geðheilsu (lyndi), meltingu, heilastarfsemi og húð eru ofarlega á baugi. Athygli er vakin á markfæði á borð við heilsuviðbit og heilsudrykki og bent á að framtíð markfæðis geti legið í annarri og meiri nýtingu á ávöxtum. Þá er þeirri hugmynd varpað fram að við séum öll að verða japönsk (*New Nutrition Business, 2007*). Má segja að það sé jákvætt að því leyti að í Japan mælist lang lægsta tíðni offitutilfella (*Cutler o.fl., 2003*). Einnig eru Japanar mjög framarlega á markfæðismarkaðnum einkum hvað varðar úrval.

Matur er sá umhverfisþáttur sem hefur hvað mest áhrif á lífeðlisfræðilegt kerfi okkar. Meginlýðheilsuvandamál í heiminum eru ofneysla og vannæring, hjarta- og æðasjúkdómar, krabbamein og sýkingar. Mataræði hefur afgerandi áhrif á alla þessa þætti. Lélegt mataræði eykur hættu á langvinnnum sjúkdómum og talið er að rétt mataræði geti haft fyrirbyggjandi áhrif og hjálpað til og/eða flýtt fyrir lækningu. Mótun hefur verið aðferðafræði til að ráða bót á vandamáli í tengslum við lýðheilsu sem gengur út á það að skilgreina vanda, finna lausn, innleiða hana og kanna síðan áhrifin. Þaðan eru svo skilgreind fleiri vandamál og hringurinn endurtekinn (*Gibney o.fl., 2004*). Heilsuvörur, sem hluti af hollu mataræði, gætu komið sterkar inn í þennan lýðheilsuhring sem hugsanleg lausn til að fyrirbyggja eða lækna sjúkdóm.

Fyrri hluti þessarar ritgerðar fjallar um matvæli sem flokkast sem heilsuvörur þ.e. skilgreiningar, innihaldsefni, virkni o.þ.h. Seinni hluti ritgerðarinnar tekur sérstaklega fyrir prótein í heilsuvörum með áherslu á lífvirkni peptíða. Möguleikar fiskvöðvapróteina á heilsuvörumarkaði eru ræddir. Í dag er mjög mikið magn af vannýttum aukaafurðum úr sjávarfangi og hafa því rannsóknir beinst mikið að því að finna leiðir til að nýta og auka verðmæti þeirra, m.a. sem efniviður í heilsuvörur (Gunnlaugsdóttir og Þorkelsson, 2005).

2 Heilsuvörur

2.1 Saga

Á tuttugustu öldinni varð vakning um mikilvægi mataræðis til að fyrirbyggja sjúkdóma og bæta heilsu. Fyrstu 50 ár síðustu aldar var lífsnauðsynleika bætiefna gerð skil s.s. vítamínum og hlutverki þeirra við að fyrirbyggja hörgulsjúkdóma. Sú kenning að matur geti haft meðferðarlegt gildi gegn sjúkdómum var þó ekki ný á nálinni. Um 2500 árum fyrr hafði Hippocrates, faðir læknisfræðinnar mælt: “Látið mat vera ykkar lyf og lyf vera ykkar mat”. Sú heimspeki lá niðri á 19 öld þegar nútímalyf hófu innreið sína (Hasler, 2002). Á síðari hluta tuttugustu aldarinnar var ofneysla orðin mikið lýðheilsuvandamál og voru ýmsir sjúkdómar tengdir við hana. Þetta varð til þess að fjöldinn allur af lýðheilsufræðilegum ráðleggingum voru settar fram til að afstýra þessari óviðunandi þróun. Þessar ráðleggingar miðast við almenna stefnu og fræðslu sem undirstrikar mikilvægi þess að borða lítið af mettaðri fitu en mikið af grænmeti, ávöxtum, grófu korni og baunum til að minnka áhættu á langvinnum sjúkdómum á borð við hjartasjúkdóma, krabbamein, beinþynningu, sykursýki og heilablóðfall (WHO, 2003). Á síðasta áratug síðustu aldar fóru vísindamenn einnig að bera kennsl á lífeðlisfræðilega virk efnasambönd í mat, bæði úr jurta- og dýraríkinu þ.e. plöntuefni (phytochemicals) og dýraefni (zoochemicals), sem hugsanlega geta dregið úr áhættu á margs konar langvinnum sjúkdómum. Í kjölfar þessara uppgötvana, ásamt aukinni öldrun og heilsumeðvitund samfélaga, breytinga í matvælaeignun, auk ýmissa tæknilegra framfara, varð til blómlegur markaður fyrir heilsubætandi afurðir, s.k. heilsuvörur (Hasler, 2002). Vegna aukins skilnings á tengslum mataræðis og heilsu, sem og

almennrar umræðu, hafa sífellt fleiri neytendur lagt áherslu á að fyrirbyggja sjúkdóma frekar en að lækna þá. Þá hafa margir breytt mataræði sínu til að komast hjá því að kaupa dýr lyf. Þessar breytingar hafa leitt til þróunar og framleiðslu á markfæði (Sanders, 1998).

2.2 Skilgreiningar

Matur eða matvæli sem hafa möguleika á að bæta heilsu má flokka sem heilsuvörur (Ötles, 2002). Óbreytt lífrænt ræktuð matvæli, fæðubótarefni og markfæði eru flokkar af matvælum sem geta flokkast undir skilgreininguna heilsuvörur. Matvæli sem innihalda engin aukaefni, eru sykurskert, glúten- og gerlaus og/eða innihalda lágmarks fituinnihald geta talist til heilsuvara. Hér hefur matvælinu verið breytt miðað við venjulega sambærilega vöru þannig að það innihaldi minna af efnum sem sumir eru viðkvæmir fyrir. Einnig geta venjuleg holl matvæli talist sem heilsuvörur eins og ávextir, sýrðar og gerjaðar mjólkurvörur, grænmeti, fiskur og trefjaríkt brauð.

Á Íslandi er reglugerð þar sem svokallað sérþæði er skilgreint. Til sérþæðis teljast lækningarþæði, hreystiþæði o.fl. (Reglugerð 757/2002). Ef til væri skilgreining um markfæði í reglugerð innan Evrópusambandsins (ESB) þyrftum við að taka hana orðrétt upp (Briem, 2007). Í dag er engin sérstök reglugerð eða skilgreining til fyrir markfæði (e. functional foods) innan Evrópusambandsins en það þýðir ekki að lögleysa ríki varðandi markfæði. Markfæði er á gráu svæðið á milli matar og lyfja, en frá sjónarhóli reglugerðar er markfæði matvæli en ekki lyf og fellur samkvæmt því undir reglugerðir um matvæli. Sumt markfæði er skilgreind sem nýþæði (e. novel foods) þ.e. matvæli eða innihald matvæla sem aldrei fyrr eða í takmörkuðu magni hefur verið neytt af mönnum, þar á meðal matvæli sem hafa verið erfðabreytt og falla þau undir sérstaka reglugerð (Regulation (EC) 97/258). Notkun á innihaldsefnum eins og t.d. snefilefnum, verður að tilkynna til yfirvalda hvers lands, sem munu gera rannsókn á viðbótinni til að víst sé að engin eitrefnaáhrif muni koma fram við neyslu, að viðbótin sé næringarfræðilega mikilvæg og að viðbótarefnið sé skráð í lista um innihaldsefni í reglugerð (Council Directive (89/107/EEC)) (Ovesen, 1999).

Samkvæmt frumvarpi frá 1995 eru bætiefni, náttúruvörur og hollefni heilsuvörur á Íslandi. Þau teljast til matvæla þegar vörurnar falla ekki undir skilgreiningu lyfja vegna magns bætiefna eða innihalds efna sem hafa þekktar lyfjaverkanir (Frumvarp á 119. löggjafarþingi, 1995). Núgildandi sambærileg skilgreining hljóðar svo að ekki sé um matvæli að ræða heldur lyf ef staðhæft er í fullyrðingu að neysla vöru fyrirbyggji eða lækni sjúkdóma (Briem, 2007). Í reglugerð um merkingu matvæla kemur fram að óheimilt er að eigna matvælum þá eiginleika að fyrirbyggja eða vinna á sjúkdómum manna (Reglugerð 503/2005). Það er mikil þversögn í þessu. Hörgulsjúkdómar eru augljóst dæmi um sjúkdóma sem má fyrirbyggja og lækna með neyslu ákveðinna matvæla. Lýðheilsustöð hefur gefið út bækling með ráðleggingum um mataræði og næringarefni (endurbætur manneldismarkmiða). Að sögn þeirra má koma í veg fyrir skort á næringarefnum og stuðla að jafnvægi á milli næringarefna með því að fylgja honum og að með góðu fæðuvali megi draga úr líkum á ýmsum sjúkdómum. Einnig er vel þekkt að ákveðinn matur valdi sjúkdómum t.d. er óhófleg neysla mettaðrar fitu áhættuþáttur hjarta-og æðasjúkdóma og með því að hætta að neyta hennar sé hægt að koma í veg fyrir sjúkdóma (Lýðheilsustöð, 2006). Samkvæmt lyfjaskilgreiningu eru lyf efni sem lækna sjúkdóma. Mataræði getur augljóslega fyrirbyggt króníska sjúkdóma en að lækna þá eftir að þeir hafa tekið bólfestu í líkamanum er annað mál. Mögulega má lækna sjúkdóm með mörgum samverkandi lífstílsþáttum þ.e. heildarmataræði, hreyfingu o.fl. umhverfisþáttum. Hins vegar ef einhver vara sem við neytum getur læknað sjúkdóm þá fellur hún undir skilgreiningu lyfja en ekki matvæla. Þar greinir á milli lyfja og matvæla (Briem, 2007).

Skilgreiningar á undirflokkum heilsuvöru eru mjög mismunandi á milli landa og og mismunandi hópa vísindamanna. Einnig eru ólík viðhorf og skilgreiningar meðal mismunandi stétta, aldurshópa, trúar- og menningarhópa. Þá eru til mismunandi skilgreiningar í reglugerðum á sömu vörum og hugtök hafa ýmist víðari eða þrengri merkingu á einum stað en öðrum t.d. hugtakið markfæði (sjá nánar kafla 2.2.3). Meðal helstu stofnana sem hafa gefið út opinberar skilgreiningar á hugtökum sem tengjast heilsuvörum auk Evrópusambandsins eru Heilbrigðis og velferðaráðuneytið í Japan (e. Ministry of Health Welfare in Japan) og Matvælastofnun Bandaríkjanna (e. The Food and Drug Administration (FDA)).

2.2.1 Heilsufullyrðingar

Fullyrðing er merking eða tilvísun sem lýsir sérstökum eiginleikum matvæla t.d. myndir á umbúðum eða heiti vöru. Fullyrðingar geta verið næringarfullyrðingar s.s. sykurlaust eða trefjaríkt, og heilsufullyrðingar s.s. kalk styrkir bein. Fullyrðingar um að vara dragi úr áhættuþáttum sjúkdóma eru vel þekktar s.s. lækkar kólesteról í blóði eða styrkir ónæmiskerfið. ESB hefur nýlega (1.júlí 2007) tekið upp sérstaka reglugerð um næringar- og heilsufullyrðingar sem verið er að vinna í að komi í EES-samninginn. Á meðan beðið er eftir að Ísland taki upp þessa nýju reglugerð gildir Reglugerð 588/1993, kafli IV um fullyrðingar (Briem, 2007). Í viðauka reglugerðar ESB um heilsufullyrðingar er langur listi yfir leyfðar fullyrðingar um næringarefni og tilgreint hvaða skilyrði vara þarf að uppfylla til að bera hverja fullyrðingu og er sá listi uppfæranlegur. Fullyrðingar um að matvæli dragi úr áhættuþáttum sjúkdóma og fullyrðingar er varða heilsu og þroska barna þarf að sækja um leyfi til notkunar á hjá Matvælaöryggisstofnun Evrópu (www.efsa.is) og ef framkvæmdarstjórn Evrópusambandsins samþykkir fullyrðinguna í framhaldi af leyfisveitingu þá fer hún á áður tilgreindan lista í viðauka reglugerðar um leyfðar fullyrðingar. Fullyrðingar verða að vera rökstuddar með vísindalegum rökum (Regulation (EC) 1924/2006). Vísindalegur rökstuðningur fyrir heilsufullyrðingum er fenginn úr ritrýndum tímaritum, niðurstöðum úr rannsóknum, köflum úr fagbókum og frá vísindanefndum s.s. EFSA og World Health Organization (WHO) (Briem, 2007).

Í Bandaríkjunum þurfa yfirvöld ekki að samþykkja vöru áður en hún fer á markað en hins vegar eru skýrar reglur um hvaða heilsufullyrðingar mega vera á pakkingu (sjá töflu 1). Upplýsingar um vöru mega ekki vera rangar eða misvísandi (Rowlands og Hoadley, 2006). FDA vinnur eftir vísindalegu kerfi til að samþykkja heilsufullyrðingu fyrir vöru sem byggir á tegund, fjölda og gæðum rannsókna. Niðurstöður úr dýratilraunum, utan líkama tilraunum (*in vitro*) og óstýrðum tilraunum á fólki, eru ófullnægjandi til að sanna að heilsufullyrðing eigi við um vöru. Til þess að bera þetta samþykki þurfa viðurkenndar sannanir að liggja fyrir úr klínískum, faraldsfræðilegum og lífefnafræðilegum rannsóknum. Eftir því sem rannsóknirnar eru stærri, fleiri og vandaðri eykst styrkur sannanna (Hasler, 2002).

Tafla 1 Heilsufullyrðingar leyfðar af FDA (U.S. Food and Drug Administration, 2000).

Efni	Tengt	Heilsufullyrðing
Kalk	Beinþynning	Regluleg hreyfing og heilsusamlegt mataræði með nógu af kalki hjálpar ungum hvítum og Asískum konum að viðhalda góðri beinheilsu og getur minnkað líkur á beinþynningu síðar á ævinni.
Salt	Háþrýstingur	Mataræði með lítilli saltinntöku getur minnkað líkur á háum blóðþrýstingi sem er sjúkdómur tengdur mörgum þáttum.
Fita	Krabbamein	Þróun á krabbameini er háð mörgum þáttum. Mataræði með lítilli heildarfitu getur minnkað áhættu á sumum tegundum krabbameins.
Mettuð fita og kólesteról	Hjarta-og æðasjúkdómar	Mataræði með litlu af mettaðri fitu og kólesteróli getur minnkað hættu á hjartasjúkdómum sem annars margir þættir hafa áhrif á.
Trefjaríkur kornmatur, ávextir og grænmeti	Krabbamein	Fitulítið mataræði, ríkt af trefjaríku kornmat, ávöxtum og grænmeti getur minnkað hættuna á sumum tegundum af krabbameini sem margir þættir hafa áhrif á.
Ávextir, grænmeti, trefjaríkur kornmatur sérstaklega með leysanlegum trefjum	Hjarta-og æðasjúkdómar	Mataræði með lítilli mettaðri fitu og kólesteróli og ríkt af ávöxtum, grænmeti, trefjaríku kornmatur sérstaklega með sumum tegundum af trefjum, sérstaklega leysanlegum trefjum, getur minnkað líkur á hjartasjúkdómi, sem er sjúkdómur tengdur mörgum þáttum.
Ávextir og grænmeti	Krabbamein	Mataræði með lítilli fituinntöku, ríkt af ávöxtum og grænmeti (matur sem er með litla fitu og inniheldur trefjar, A-vítamín eða C-vítamín) getur minnkað líkur á sumum tegundum krabbameins sem er sjúkdómur tengdur mörgum þáttum. Brokkólí hefur hátt hlutfall vítamína og er góð uppspretta trefja.
Fólat	Fósturskemmdir (neural tube defect)	Heilsusamlegt mataræði með nægjanlegu magni af fólati getur minnkað líkur á að kona fæði barn með skaddaða á heila eða mænu.
Sykuralkóhól	Tannskemmdir	Löng fullyrðing: Mikil tíðni máltíða með miklum sykri og sterkju hvetur tannskemmdir. Sykuralkóhól í (nafn á mat t.d. "í sorbitóli") hvetja ekki til tannskemmda. Stutt fullyrðing: Stuðlar ekki að tannskemmdum.
Leysanlegar trefjar frá ákveðnu matvælum	Hjarta-og æðasjúkdómar	Leysanlegar trefjar úr mat eins og (nafn á uppsprettu leysanlegra trefja og ef óskað, nafn á matvæli), sem hluti af mataræði með lítilli mettaðri fitu og kólesteróli, getur minnkað líkur á hjartasjúkdómum. Skammtur af (nafn á matvæli) útvegar ___ grömm af (nauðsynleg dagleg inntaka fyrir heilsubót) leysanlegum trefjum frá (nafn á uppsprettu leysanlegra trefja) nauðsynleg á dag til að fá fram þessi áhrif.
Sojaprótein	Hjarta-og æðasjúkdómar	(1) 25 grömm af sojapróteini á dag, sem hluti af mataræði með lítilli mettaðri fitu og kólesteróli, getur minnkað áhættuna á hjartasjúkdómum. (2) Mataræði með litlu af mettaðri fitu og kólesteróli og með 25 grömm af sojapróteini á dag getur minnkað áhættuna á hjartasjúkdómum. Í einum skammti af (nafn á matvæli) eru ___ grömm af sojapróteini.
Plöntu steról/stanól esterar	Hjarta-og æðasjúkdómar	(1) Mataræði með lítill mettaðri fitu og kólesteróli sem inniheldur í heildina daglega a.m.k. 1,3 gr. af plöntusterólestereum í tveimur máltíðum getur minnkað hættu á hjartasjúkdómum. Í einum skammti af (nafn á matvæli) eru ___ gr. af plöntusterólestereum (2). Mataræði með lítill mettaðri fitu og kólesteróli sem inniheldur í heildina daglega a.m.k. 3,4 gr. af plöntustanólestereum í tveimur máltíðum getur minnkað líkurnar á hjartasjúkdómum. Í einum skammti af (nafn á matvæli) eru ___ gr. af plöntustanólestereum.
EPA og DHA omega fitusýrur	Hjarta-og æðasjúkdómar	Niðurstöður tilrauna styðja þá tilgátu að neysla á EPA og DHA omega-3 fitusýrum getur minnkað áhættuna á hjartasjúkdómum. Þó eru þær niðurstöður ekki endanlegar. Einn skammtur af (nafn á matvæli) eru ___ gr. af EPA og DHA omega-3 fitusýrum (U.S. Food and Drug Administration, 2004b).

Vörur sem bera heilsufullyrðingu, sem FDA hefur ekki samþykkt, þarf að merkja sem slíkar (Rowlands og Hoadley, 2006). Einnig getur FDA látið fjarlægja vöru af markaði ef stofnunin getur lagt fram sannanir þess efnis að hætta sé á skaðsemi hennar (Dennehy, 2006). Grunnurinn að FDA fullyrðingum (sjá töflu 1) var lagður 1994 og voru úrbætur gerðar 1999 og 2000. T.d. var fullyrðingunni um sojaprótein bætt inn árið 1999 (U.S. Food and Drug Administration, 2000). Árið 2002 samþykktu UK Joint Health Claims Initiative (JHCI/76/03) einnig sambærilega heilsufullyrðingu varðandi sojaprótein (Joint Health Claims Initiative (JHCI/76/03); ADM, 2004). Þær úrbætur sem hafa orðið á FDA heilsufullyrðingum síðan 2000 snúa að því hvaða matvæli mega bera hvaða titil og hvaða skilyrði þau þurfa að uppfylla o.s.frv. (U.S. Food and Drug Administration, 2006). Auk þess var fullyrðingunni um EPA og DHA omega-3 fitusýrur bætt inn árið 2004 (U.S. Food and Drug Administration, 2004b). Sænska Næringarstofnunin (e.Swedish Nutrition Foundation) gaf út lista um heilsufullyrðingar árið 2004 (sjá töflu 2). Áherslurnar eru mjög líkar og í fullyrðingum FDA. Í báðum tilfellum er lögð áhersla á mikilvægi heilbrigðs lífstíls til þess að jákvæð áhrif einstakra efna geti komið fram, mælt er gegn óhóflegri neyslu á mettaðri fitu, salti og hvítum sykri og mælt er með nægjanlegri neyslu á trefjum og kalki.

Tafla 2 Leyfðar heilsufullyrðingar í Svíðþjóð (Swedish Nutrition Foundation, 2004).

Nr.	Heilsufullyrðing
1	Mataræði í næringarlegu jafnvægi með réttu hlutfalli af orku er lykilatriði til að viðhalda þyngd. Afurð X hefur minna orku en hliðstæð venjuleg afurð.
2	(a) Mataræði í næringarlegu jafnvægi með lítið af mettaðri fitu stuðlar að lægri kólesterólstyrk í blóði og getur þ.a.l. minnkað hættu á hjarta-og æðasjúkdómum (fituhrörnun slagæða). Afurð Y er með lítið af mettaðri fitu. (b) Mataræði í næringarlegu jafnvægi með háu hlutfalli af leysanlegum trefjum frá höfrum getur stuðlað að minni styrk á kólesteróli í blóði og þ.a.l. minnkað líkur á hjarta-og æðasjúkdómum/fituhrörnun slagæða/hörnun slagæða. Styrkur leysanlegra trefja í afurð Z er mikill.
3	Mataræði í næringarlegu jafnvægi með lítið af salti getur stuðlað að lægri blóðþrýstingi og þ.a.l. minnkað líkur á hjarta-og æðasjúkdómum/fituhrörnun slagæða. Afurð XX er með minna af salti en hliðstæð venjuleg afurð.
4	Mataræði í næringarlegu jafnvægi með miklu af löngum ómega-3 fitusýrum frá fiski og fiskafurðum minnkar líkur á hjarta-og æðasjúkdómum/fituhrörnun slagæða. Afurð YY er með mikið af ómega-3 fitusýrum.
5	Mataræði í næringarlegu jafnvægi með miklu af trefjum er mikilvægt til að viðhalda góðri meltingu og minnkar líkur á hægðatregðu. Afurð ZZ inniheldur er með mikið af trefjum.
6	Mataræði í næringarlegu jafnvægi með miklu af (a) kalki, (b) D-vítamíni, (c) kalki og D-vítamíni minnkar líkur á beinþynningu. Afurð XXX er með mikið af (a) kalki, (b) D-vítamíni, (c) kalki og D-vítamíni.
7	Tíð neysla á afurðum með hvítum sykri (eða öðrum kolhýdrötum sem auðveldlega eru brotin niður í munnni af bakteríum) auka líkur á tannskemmdum. Afurð ZZZ inniheldur engan sykur.
8	Mataræði í næringarlegu jafnvægi með miklu af járnmi minnkar líkur á járnskortsblóðleysi. Afurð ZZZ inniheldur mikið af járnmi.
9	Heilsusamlegt líferni og mataræði í næringarlegu jafnvægi með mikið af grófum kornafurðum (a) minnkar líkur á kransæðasjúkdómum, (b) minnkar líkur á hjartasjúkdómum. Afurð XXXX hefur hátt hlutfall af grófu korni (Y% gróft korn).

Þar sem greinir á milli er að Svíar hafa inni fullyrðingar um nægjanlega neyslu á járnri og varðandi viðhald þyngdar sem FDA hefur ekki með. Hins vegar hefur FDA fullyrðingu um ágæti ávaxta og grænmetis, nægjanlegt magns fólats, sykuralkóhóls gegn tannskemmdum, auk fullyrðinga um ágæti sojapróteins og steróla/stanóla.

2.2.2 Fæðubótarefni

Fæðubótarefni eru matvæli sem eru ætluð sem viðbót við venjulegt fæði og eru með hátt hlutfall af vítamínum, steinefnum eða annars konar efnum sem hafa næringar- eða lífeðlisfræðileg áhrif. Þessi efni geta verið ein sér eða blönduð saman, og eru markaðssett í formi skammta, nánar tiltekið sem hylki, brjóstsykur, töflur, pillur og í öðru svipuðu formi, duftpokar, vökvaampúlur, dropaglös og á öðru svipuðu formi vökva og dufts sem er ætlað til inntöku í mældum, smáum skömmtum. Dæmi um fæðubótarefni eru lýsi, fjölvítamín, jurtir eða efni unnin úr jurtum og próteinduft tekið í mældum smáum skömmtum (Reglugerð 624/2004). Munurinn á markfæði og fæðubótarefnum er að fæðubótarefni eru t.d. vítamíntöflur á meðan markfæði eru matvæli sem er breytt til þess að hafa önnur og meiri áhrif heldur en óbreytt. Þannig eru t.d. kalktöflur fæðubótarefni en kalkbættur appelsínusafi markfæði.

Fæðubótarefni sem gerð eru úr lífvirkum efnasamböndum sem bæta heilsu, og eru dregin úr matvælum eru oft nefnd næringarlyf (e.nutraceuticals) (Halsted, 2003). Næringarlyf eru matur sem hefur góð áhrif á heilsu s.s. kemur í veg fyrir eða minnkar áhættu á sjúkdómi eða lélegu ástandi og er öruggur til inntöku fyrir fólk. Þetta er yfirgripsmikið hugtak sem getur tekið til fæðubótarefna og lækningafæðis sem nota má til að koma í veg fyrir eða meðhöndla sjúkdóma (Ötles, 2002). Næringarlyf eru ekki það sama og náttúrulyf. Náttúrulyf eru lyf en ekki matvæli og á Íslandi er sérstök reglugerð um náttúrulyf undir lögum um lyf (Reglugerð 684/1997). Náttúrulyf gætu talist til heilsuvöru en þar sem um er að ræða lyf en ekki matvæli verður ekki fjallað nánar um þau í þessari ritgerð.

Upp hafa komið tilfelli þar sem að skörun á sér stað þ.e. hvort vara er matvæli eða lyf. Þar má t.d. nefna Mangosteen safe og Goji ber, sem nú hefur verið ákveðið að fella undir þá skilgreiningu að séu matvæli. Mangosteen er ávöxtur sem vex í Asíu og hefur

verið markaðsettur sem fæðubótarefni á formi safu eða hylkja. Hann er sagður vera mikil heilsubót þ.e. verkar sem andoxunarefni, styrkir ónæmiskerfið, mýkir liðina, eykur andlega vellíðan, minnkar ofnæmi, dregur úr bólgu og kemur í veg fyrir krabbamein. Vöntun er á klínískum rannsóknum til að staðfesta þessi áhrif og því ber að taka þær með fyrirvara (Marcason, 2006). Goji ber (sjá mynd 1), öðru nafni *Lycium barbarum* eru vel þekkt fyrir að hafa jákvæð áhrif á starfsemi lifrar og jafnvel bæta sjónina. Einnig eru kenningar uppi um það að þau hægi á öldrun og minnki einkenni taugahrönnunar. Þau hafa verið notuð í margar aldir sem kínverskt náttúruylf. Vöntun er á rannsóknum með nútímalegum aðferðum til að staðfesta þessa virkni (Chang og So, 2007).



Mynd 1 Goji ber

Á Íslandi tekur Umhverfisstofnun á móti tilkynningum um ný fæðubótarefni. Tilkynningaskylda kemur til vegna þess að um er að ræða vörur sem krefjast vandlegrar meðferðar og geta í sumum tilfellum reynst neytendum hættulegar til að mynda ef notkunarleiðbeiningum er ábótavant, vegna efnasamsetningar eða ef þær innihalda hættuleg og/eða ólögleg efnasambönd (www.ust.is/Matvaeli/Matvaeli/Faedubotaefni/ , 2007).

2.2.3 Markfæði

Hugtakið markfæði (e. functional foods) var fyrst þróað í Japan á áttunda áratug 20. aldar í kjölfar þess að Heilbrigðis og velferðarráðuneytið þar vildi bæta lýðheilsu. Samkvæmt skýrslu Paul Yamaguchi & Associates um markaði fyrir markfæði í Japan (Functional Foods Japan 2006, Product Report) er hugtakið markfæði það sama og

heilsufæði (e.health food) í Japan. Innan þeirra skilgreiningar er það sem Japanir nefna Foods for Specified Health Use, skammstafað FOSHU, en einnig heyrir þar undir lækningafæði, matur sem má bera heilsufullyrðingu setta af yfirvöldum og flest fæðubótarefni (Paul Yamaguchi & Associates, 2006). Til að vöru megi nefna FOSHU verður að vera til haldbær vísindaleg sönnun fyrir hollustu sem uppfyllir staðal sem Heilbrigðis og velferðarráðuneytið hefur sett fram. Árið 2002 báru um 300 matvæli í Japan þennan titil (Hasler, 2002) og í úttekt Paul Yamaguchi & Associates kemur fram að yfir 500 matvæli bera hinn japanska titil FOSHU (Paul Yamaguchi & Associates, 2006). FOSHU er fæða sem verður að koma náttúrulega fyrir þ.e. öll innihaldsefni eru náttúruleg en ekki smíðuð á tilraunastofu (e.synthetic). Þeirra má neyta sem hluta af daglegu mataræði og þegar þeirra er neytt efla þau ákveðin lífeðlisfræðileg ferli sem koma í veg fyrir eða stjórna ákveðnum sjúkdómi, eða koma reglu á þau. Þessi skilgreining nær t.d. yfir jodbætt salt og vítamínbætt korn. FDA í Bandaríkjunum skilgreinir markfæði sem sérstaklega útbúna fæðu sem er neytt til að lækna eða hafa hemil á sjúkdómi eða ástandi. Undir þá skilgreiningu nær s.k. lækningafæði (e. medical foods) sem þarf að neyta undir eftirliti læknis sem stjórnar skammtastærðum líkt og fyrir lyf (Hardy, 2000).

Í tímaritinu Matur er Mannsins Megin skilgreinir Margrét Geirsdóttir (2006a) markfæði sem matvæli sem eiga það sameiginlegt að þeim hefur verið breytt í þeim tilgangi að þau hafi jákvæðari heilsusamleg áhrif á neytandann en matvælin óbreytt (Geirsdóttir, 2006a). Samkvæmt Blackburn (2001) er markfæði fæða sem er breytt með því að koma lífeðlisfræðilega virkum efnasamböndum í hana. Ýmsar aðferðir eru notaðar við það, s.s. jarðræktarfræðilegar aðferðir, erfðafræðilegar aðferðir eða önnur tækni. Þessi matvæli hafa möguleika í baráttunni gegn vannæringu (Blackburn, 2001).

Insel o.fl. (2004) skilgreina enska hugtakið markfæði í bókinni Nutrition sem mat sem hefur heilsuþætandi áhrif umfram næringarefni. Þar er talað um að efni, sem nefnd eru plöntuefni (e. phytochemicals), geri vöru að markfæði og matvælin þurfa ekki að vera breytt til að bera þennan titil. Vítamín og steinefni teljast ekki til plöntuefna og þ.a.l. teljast matvæli bætt með vítamínum og steinefnum ekki markfæði né heldur matvæli bætt með lífvirkum efnum úr dýraríkinu. Þetta stangast á við japönsku skilgreininguna og skilgreiningar Margrétar og Blackburns á markfæði. Þau síðarnefndu skilgreina markfæði alltaf sem breytta, þ.á.m. vítamín- eða steinefnabætt, matvæli. Vítamínbættar

vörur og vörur bætta með lífvirkum efnum úr dýraríkinu eru góð dæmi um vörur sem þau myndu skilgreina sem markfæði. Vísindamönnum ber þó saman um að tilgangur markfæðis sé að stuðla að bættri heilsu (Sanders, 1998). Í þessari ritgerð er stuðst við þá skilgreiningu að markfæði séu matvæli sem hefur verið breytt í þeim tilgangi að þau hafi jákvæðari heilsusamleg áhrif.

Markfæði hefur verið markaðssett undir ýmsum nöfnum erlendis, t.d. lækningafæði (medical foods), hreystifæði (fitness foods eða sports nutrition), sérhannað fæði eða sérfaði (designer foods) og næringarlyf (nutraceuticals) svo aðeins nokkur dæmi séu nefnd (Geirsdóttir, 2006a).

2.2.3.1 Sérfaði

Sérfaði eru matvæli sem vegna tiltekinnar samsetningar eða framleiðsluáferðar eru ætluð einstaklingum með sérstakar næringarfræðilegar þarfir. Það skal vera auðkennanlegt frá öðrum matvælum og uppfylla tiltekin næringarfræðileg skilyrði. Sérfaði er t.d. fyrir ungbörn og smábörn undir þriggja ára aldri, fólk með meltingar- eða efnaskiptasjúkdóma og fólk sem af sérstökum lífeðlisfræðilegum ástæðum hefur ávinning af stýrðri neyslu á tilteknum efnum í matvælum. Undir sérfaði falla ungbarnablöndur og stoðblöndur, tilbúinn barnamat fyrir ungbörn og smábörn, megrunarfæði, matvæli til nota í sérstökum lækningafræðilegum tilgangi (lækningafæði) og matvæli ætluð þeim sem verða fyrir mikilli vöðvaáreynslu, einkum íþróttamönnum (hreystifæði) (Reglugerð 757/2002). Á Íslandi eru til sérstakar reglugerðir um allan ungbarna- og smábarnamat, lækningafæði og megrunarfæði. Ekki er til sérstök reglugerð um hreystifæði þótt það sé talið með í upptalningu um sérfaði. Tilgangurinn með lækningafæði, megrunarfæði og hreystifæði er að bæta heilsu og má því flokka slíkt fæði sem heilsuvörur. Fæða fyrir ungbörn og smábörn myndi ekki teljast til heilsuvara og verður því ekki fjallað nánar um hana hér.

2.2.3.1.1 Lækningafæði

Matvæli þróuð til notkunar í lækningaskyni til að meðhöndla einhvern ákveðinn sjúkdóm, lélegt heilsuástand eða hörgulsjúkdóm nefnast lækningafæði (Ötles, 2002).

Þetta eru matvæli til nota í sérstökum læknisfræðilegum tilgangi og eru þau framleidd til að uppfylla sérstakar þarfir sjúklinga. Slíkra matvæla má einungis neyta samkvæmt læknisráði og geta þau ýmist komið í stað daglegs fæðis eða verið hluti af fæði sjúklinga, sem hafa skerta eða takmarkaða getu til að neyta, melta, taka upp, brjóta niður eða losa sig við almenna fæðu, tiltekin næringarefni í henni eða niðurbrotsefni. Þetta á einnig við um sjúklinga með annars konar heilsuþrest, er hefur í för með sér sérþarfir með tilliti til næringar, sem ekki er unnt að uppfylla með breytingum á almennu fæði, með öðru séræði eða fæði sem sett er saman úr þessu tvennu. Í viðauka reglugerðar um lækningafæði er tilgreint hvaða bætiefni eru leyfileg og hvert er leyfilegt hámarksmagn í vörum (Reglugerð 605/2000).

2.2.3.1.2 Megrunaræði

Megrunaræði eru matvæli sem ætlað er að koma í staðinn fyrir daglegt fæði eða hluta af daglegu fæði í þeim tilgangi að hafa áhrif á þyngdartap sé þeirra neytt í samræmi við leiðbeiningar framleiðanda. Í reglugerð er leyfileg samsetning megrunaræðis nákvæmlega útlustuð m.t.t. orku, próteina, kolvetna, trefja, fitu, vítamína og steinefna (Reglugerð 674/1998).

Tíðni offitu í mörgum löndum er mjög há og fer vaxandi. Mataræði hefur þar mikið að segja. Hefur t.d. mælst jákvæð fylgni á milli aðgengis að skyndibita og tíðni offitu í Norður Ameríku, Bretlandi og Ástralíu. Tíðni offitu í löndum með heilsusamlegra mataræði t.d. Miðjarðarhafslöndum Evrópu er hins vegar lægri en fer þó vaxandi (Leatherhead Food International, 2007). Yfirþyngd (Body Mass Index (BMI) > 25 kg/m²) og offita (BMI > 30 kg/m²) er vaxandi vandamál í hinum vestræna heimi (Bazzano o.fl., 2005). Tveir þriðju Bandaríkjamanna þjást af yfirþyngd eða offitu og 85% trúá því að offita sé faraldur. Léleg næring og hreyfingarleysi auka líkur á að alvarlegir sjúkdómar þróist s.s. sykursýki af gerð II, hjartasjúkdómar og hjartaáföll og sumar gerðir krabbameina. Mikil þörf er á róttækum aðgerðum vegna offitufaraldursins í Bandaríkjunum og virðast yfirvöld þar ekki taka ábyrgð. Einstaklingarnir reyna að berjast við aukakílóin á eigin spýtur og eyða 35 milljörðum dollara árlega í megrunaræði eða tengda fæðu og þjónustu (Levi o.fl., 2007). Yfirþyngd og offita eru einnig vaxandi

vandamál á Íslandi (Þorgeirsdóttir, 1999). Cutler o.fl. (2003) birtu tölur um offitu víðsvegar í heiminum. Samkvæmt þeirri könnun þjást um 27% Bandaríkjamanna af offitu. Næst komu fjögur ríki þar sem 19-20% þjóðarinnar þjást af offitu þ.e. Bretland, Þýskaland, Ástralía og Ísland. Um 17% Nýsjálendinga þjáðust af offitu og í öðrum löndum hrjáði offita minna en 15% þjóðarinnar. Japan sker sig út á meðal OECD ríkja því einungis um 3% Japana þjást af offitu (Cutler o.fl., 2003). Talið er að mataræði þeirra hafi þar mikil áhrif. Aðrir þættir eins og arfgerð, menning, fátækt, aðgengi o.fl. eiga einnig sinn þátt. Það væri ekki úr vegi að leita ráða hjá þeim við offituvandamáli heimsins í ljósi þess að þeir eru flestir lausir við offitusjúkdóminn.

Markaðurinn fyrir sérfæði sem er selt sem staðgengill máltíða fer vaxandi. Þetta er oft kex, snakk eða stykki með fáar hitaeiningar, smakkast vel og eru bætt með alls kyns næringarefnum. Tilgangurinn er að fylla tóman maga í því skyni að léttast (Paul Yamaguchi & Associates, 2006).

2.2.3.1.3 Hreystifæði

Á Íslandi vantar skilgreiningu á hreystifæði í reglugerð. Þó er það talið upp sem undirflokkur sérfæðis í reglugerð um sérfæði (Reglugerð 757/2002). Hreystifæði (sport nutrition) er matur, drykkur og fæðubótarefni sem er neytt í þeim tilgangi að ná ákveðinni hreysti eða hreystitengdu markmiði t.d. við æfingar, keppni og lífstílsbreytingar (Stratēgro International LLC, 2005). Þörfin fyrir vítamín, steinefni, prótein o.fl. næringarefni eykst við áreynslu en þó minna en orkuþörfin. Undir eðlilegum kringumstæðum er þessu fullnægt með aukinni orkuþörf. Hætta er á að sumir íþróttamenn borði ekki nógu orkuríka fæðu né hafi matinn nægjanlega fjölbreyttan til að uppfylla næringarþörf. Reglulegt einhæft fæði er algengt. Með þessum rökum má réttlæta tilvist hreystifæðis. Orkuþörf íþróttamanna er fullnægt með fitu- og kolhýdratbrennslu auk próteinbrennslu í minni mæli (Maughan, 2001). Kolhýdröt eru nefnd kolvetni í daglegu tali. Íþróttamaður sem neytir próteina og kolhýdrata fljótar og oftast eftir æfingu en ella getur með því skapað heppilegar aðstæður fyrir þau efnaskipti sem eiga sér stað í líkamanum við áreynslu (Phillips, 2004). Neysla á kolhýdrötum á undan og á meðan langvinnri æfingu stendur getur aukið þrekið og hraðað endurhleðslu á

glýkógenforða eftir æfingu. Þess vegna er íþróttamönnum oft ráðlagt að auka kolhýdratneyslu fyrir æfingu, á meðan á æfingu stendur og á eftir æfingu (Gretebeck o.fl., 1997).

Sportdrykkir eru hannaðir til að gefa orku og til að endurhlaða vatnsmagn líkamans hratt. Til þess er æskilegt að hann innihaldi kolhýdröt (CHO) og natríum (e.sodium) til að hvetja upptöku og varðveislu vökva. Við þolæfingar losnar orka sem hiti og hiti er losaður með svita. Til þess að viðhalda efnaskiptajafvægi og þreki þarf líkaminn að fá nægjanlegt magn vatns. Þegar hitinn verður svo mikill að vökvamissir fer fram úr mögulegri inntöku vegna óþæginda í meltingarvegi hefur vatn með smá kolhýdratviðbót gefið góða raun (Brouns og Kovacs, 1997).

Drykkir sem viðhalda vatnsmagni /endurhlaða vatnsmagn líkamans þ.e. eru jafnþrýsnir (e.isotonic), eru leiðandi á sportdrykkjamarkaðnum en drykkir með amínósýrum koma sterkir inn. Spáð er að næsta lína af innihaldsefnum séu L.Carnitine, Coenzyme Q og sojapeptíð (Paul Yamaguchi & Associates, 2006).

2.2.4 Efniviður í fæðubótarefnum og markfæði

Efniviður í fæðubótarefnum og markfæði eru virk efni sem stuðla að bættri heilsu. Öll matvæli eru virk að einhverju leyti vegna þess að þau hafa bragð, ilm og næringargildi (Hasler, 2002). Efniviður í fæðubótarefni og markfæði hefur lífeðlisfræðilega virkni umfram næringargildi. Vítamín, steinefni og andoxunarefni í ávöxtum og grænmeti eiga öll þátt í því, auk trefja, að minnka hættu á hjarta- og æðasjúkdómum (Pereira o.fl., 2004). Mörg fæðubótarefni eins og vítamín, steinefni, plöntuefni og amínósýrur hafa sýnt sig vera hjálpleg við krónískt ástand s.s. í tilvikum hjartasjúkdóma, krabbameins og beinþynningar (Melethil, 2006).

2.2.4.1 Vítamín og steinefni

Vítamín og steinefni á formi fæðubótarefna eru mjög vinsæl meðal neytenda sem trúa því að þau séu mikil heilsubót. Rétt er að vítamín og steinefni eru nauðsynleg líkamanum til að starfa eðlilega og vera heilbrigður. Vítamín eru lífræn efnasambönd

sem samanstanda af kolefni, vetni og stundum köfnunarefni, súrefni, fosfór, brennisteini o.fl. Þau eru ýmist vatnsleysin eða fituleysin eftir efnabyggingu. Vítamín stilla ferli í líkamanum eins og orkuframleiðslu, blóðstorknun og kalkjafnvægi. Vítamín stuðla að heilbrigði og virkni líffæra og vefja. Steinefni eru einföld ólífræn efni sem eru byggingareiningar í vefjum og hafa hlutverk í stillingu lífeðlisfræðilegra kerfa í líkamanum. Nauðsynleg steinefni fyrir líkamann eru a.m.k. 16 talsins, þ.á.m. kalk, járn, fosfór, kalíum, natríum, magnesíum, klór og brennisteinn. Ef mataræði er fjölbreytt og í góðu jafnvægi er ekki þörf á að taka inn vítamín sem viðbót né heldur steinefni nema þá helst járn í tilfellum járnskortsblóðleysis og kalk meðal fólks sem borðar ekki mjólkurmat. Of mikil neysla vítamína og steinefna getur verið skaðleg og valdið eitrun, þá sérstaklega fituleysinna vítamína og ýmissa steinefni og ber að varast hana (Insel o.fl., 2004).

Konum á barneignaaldri er oft ráðlagt að taka inn fólínsýru sem viðbót vegna þess hve mikilvægt þetta vítamín er við getnað. Fólásín er B-vítamín sem er einnig nefnt fólínsýra og er fólat saltið af henni. Rannsóknir Smithells og Sheppards (1980) bentu til þess að inntaka á fólínsýru og vítamínfæðubótarefnum meðal barnshafandi kvenna hefði áhrif á fjölda fæðinga á börnum með taugakröm (e. neural tube defects) til fækkunar. Síðan þá hefur fjöldi rannsókna sýnt fram á það sama og víða er í opinberum ráðleggingum mælt með inntöku á viðbótar fólínsýru fyrir konur á barnseignaaldri (Ulrich o.fl., 1999).

Vítamín- og steinefnaviðbót gefin sjúklingum á sjúkrahúsum hefur gefið góða raun í þeim tilgangi að koma í veg fyrir næringarskort (McKee, 2006). Við öldrun minnkar orkuþörf en næringarþörf stendur í stað, því er mikill næringarþéttleiki matvæla mikilvægur. Fæðubótaefni með vítamínum og steinefnum er gott ráð til að hjálpa til (Þórsdóttir, 1996).



Mynd 2 Króm töflur (Bluebonnet Nutrition Corporation, 2003).

Króm, vanadíum og bór eru steinefni sem auka vöðvamassa. Króm er lífsnauðsynlegt fyrir manninn. Hvorki vanadíum né bór hefur verið talið lífsnauðsynleg fyrir menn en bór er plöntum nauðsynlegt til vaxtar. Króm og bór eru talin hafa áhrif á insúlínvirkni og hvetja amínósýruupptöku frumna. Dýratilraunir sýna að inntaka á krómfæðubótarefni hvetur amínósýruupptöku frumna sem leiðir til aukinnar próteinmyndunar og vöðvauppbyggingar. Rannsóknir á frumum og dýra-líkönunum benda til þess að vanadíum hafi uppbyggjandi (e.anabolic) áhrif á vöðva. Talið er að bór hafi áhrif á kalk- og magnesíum efnaskipti og geti haft áhrif á frumhimmuvirkni. Rannsókn gerð á konum í tíðarhvärfum sýndu að bór jók testósterónmagn líkamans en það leiðir til aukinnar vöðvauppbyggingar (Clarkson og Rawson, 1999).

Virkt vatn (e.functional water) sem er vítamín- og steinefnabætt er vinsælt hjá ungu kynslóðinni sem er alltaf á ferðinni t.d. kalkbætt vatn til að bæta beinheilsu. Fegurð, megrun og stresslosun er einkunnaorð þessara afurða á markaðnum. Trefjar og jurtir eru einnig vinsæl innihaldsefni í slíka drykki (Paul Yamaguchi & Associates, 2006). Dæmi um leyfða heilsufullyrðingu um vítamín og steinefni:

- FDA: Regluleg hreyfing og heilsusamlegt mataræði með nógu af kalki hjálpar ungum hvítum og Asískum konum að viðhalda góðri beinheilsu og getur minnkað líkur á beinþynningu síðar á ævinni.
- Svíþjóð: Mataræði í næringarlegu jafnvægi með miklu af (a) kalki, (b) D-vítamíni, (c) kalki og D-vítamíni minnkar líkur á beinþynningu. Afurð XXX inniheldur mikið af (a) kalki, (b) D-vítamíni, (c) kalki og D-vítamíni.

2.2.4.2 Plöntuefni

Í nútímaþjóðfélagi eru fæðubótarefni og markfæði sem unnin eru úr plöntuefnum mjög vinsæl þar sem hinn almenni neytandi tengir plöntuefni við góða heilsu (Raskin o.fl., 2002). Það er almenn trú að fæðubótarefni unnin úr jurtum auki lífsgæði og lífslíkur og að þau hafi færri aukaverkanir en lyf. Slík fæðubótarefni eru því notuð til að reyna að lækna króníska sjúkdóma (Dennehy, 2006).

Ágæti grænmetis og ávaxta á heilsu er margsannað og mörg efni auk vítamína koma við sögu við að bæta heilsu (Pereira o.fl., 2004). Plöntur innihalda mörg lífvirk efni sem vernda þær gegn árásum frá bakteríum og sveppum, eyðileggingu af völdum sindurefna og miklu magni útfjólublás ljóss frá sólu. Þegar við snæðum þessar plöntur safnast plöntuefnin í vefjum okkar og útvega okkur sömu verndandi áhrif og plönturnar njóta. Þær plöntur sem taldar eru bestu varnir gegn krabbameini eru laukur, sojabaunir, kál, engifer, lakkrísrot og fjölskylda grænmetis sem inniheldur sellerý, gulrætur og steinselju. Auk andoxunarefni hafa þau áhrif á það hvernig hormón verka á líkamann. Hormónastarfsemi er oft kveikjan að brjóst-, eggjakerfis- og blöðruhálskirtilskrabbameini og geta þessi plöntuefni afstýrt því með því að breyta skaðlegri hormónastarfsemi (Insel o.fl. 2004).

Þegar talað er um plöntuefni er átt við efni sem eru ekki næringarefni. Þessi efni skipta þúsundum og nokkur hundruð þeirra hafa verið rannsökuð. Þau efni sem hafa líffræðilega virkni í líkamanum þegar þeirra er neytt eru sögð lífvirk (e.bioactive). Lífvirk plöntuefni geta verið andoxunarefni, virkað á ónæmiskerfið, haft frumudrepandi áhrif, haft áhrif á veirur og unnið gegn stökkbreytingum. Í plöntum er mikið af lífvirkum efnum sem talin eru hafa jákvæð áhrif á heilsu fólks. Þessi efni finnast í grænmeti, ávöxtum, korni, baunum, hnetum, kryddjurtum og tei (Reykdal, 2001).

2.2.4.2.1 Andoxunarefni

Andoxunarefni (sindurvarar) eru efni sem koma í veg fyrir að ýmis efni (sindurefni) hvarfist við súrefni þ.e. þau hlutleysa sindurefni (e. free radicals). Sindurefni geta skemmt DNA og mikilvæga frumbyggingu með oxun (Insel o.fl., 2004). Undir venjulegum kringumstæðum eru sindurefni hlutleyst með varnarkerfi í líkamanum þ.e.

andoxunarensímum og öðrum þáttum sem viðhalda jafnvægi. Við sýkingar og mikla áreynslu raskast þetta jafnvægi og oxunarálag eykst (Je o.fl., 2007). Mikið oxunarálag getur valdið krabbameini og er mesta oxunarálagið talið vera í meltingarfærunum (Bjelakovic, 2004). Vel þekkt er og viðurkennd staðreynd að andoxunarefni úr grænmeti og ávöxtum eru fyrirbyggjandi fyrir krabbamein, hins vegar er óstaðfest að virkni einangraðra andoxunarefna sem neytt er sem fæðubótarefna sé sú sama (Michaud, 2000). Helstu flokkar sem andoxunarefni tilheyrta eru karótínóíðar, fenólsambönd, snefilefni og vítamín (sjá töflu 2) (Reykdal, 2001).

Tafla 3 Dæmi um andoxunarefni í grænmeti og ávöxtum (Reykdal, 2001).

Efnaflokkur	Efni	Helsu uppsprettur
Vítamín	C-vítamín E-vítamín	Ýmsir ávextir og grænmeti Jurtaolíur, avókadó
Karótínóíðar	Beta-karótín Lýkópen	Gulrætur, spergilkál Tómatar
Fenólsambönd	Antósýanín Flavon Flavonól	Litsterkir ávextir og grænmeti Sellerí, ólífur Epli, laukur, spergilkál, salat
Snefilefni	Selen	Sveppir, laukur.

Karótínóíðar eru mikilvæg andoxunarefni. Þau eru gul, appelsínugul og rauð. Sum eru forverar A-vítamíns en þó ekki næringarefni sjálf. Þau gefa gulrótum og tómötum lit. Samkvæmt faraldsfræðirannsóknnum eru jákvæð tengsl á milli mikillar karótínóíðainntöku og styrks þess í vefjum og vegna hennar eru því minni líkur á krónískum sjúkdómum s.s. hjarta- og æðasjúkdómum, röskun tengdri sjón og beinþynningu. Andoxunarvirknin er aðalleið þeirra til að bæta heilsu en nýjar rannsóknir sýna virkni t.d. í genatjáningu, ónæmisviðbrögðum o.fl. (Rao og Rao, 2007).

Flavonóíðar er mest rannsakaði flokkurinn af fenólsamböndum og í ljós hefur komið margvísleg virkni í líkamanum. Auk andoxunarvirkni og getu til að draga úr krabbameinsvexti hafa þau áhrif á ensím og ónæmiskerfið (Reykdal, 2001). Faraldsfræðirannsóknir hafa sýnt fram á jákvæð tengsl á milli neyslu á flavonóíðum og fækkun tilfella af hjarta- og æðasjúkdómum. Bæði utan- og innan líkama rannsóknir hafa

sýnt að flavonóíðar hafa verndandi áhrif gegn krabbameini, fitumyndun (e.antiatherogenic), sýkingum og bólgu (Tripoli o.fl., 2006).

E-, A-, C-vítamín og selen teljast til andoxunarefna og neysla þeirra á sínu náttúrulega formi hefur jákvæð áhrif á heilsu. Faraldsfræðirannsóknir hafa sýnt að sum andoxunarefni að meðtöldum C-, E-vítamíni og beta-karótíni geta minnkað hættu á beinþynningu. Ástæðan er sú að oxunarálag hefur áhrif á virkni bæði beinmyndandi- og beineyðandi frumna (Rao og Rao, 2007). Þó er ágæti fæðubótarefna með einangruðum andoxunarefnum mjög umdeilt. Einstaka rannsókn bendir til þess að neysla á E- og C-vítamínum úr fæðubótarefnum sé tengd minnkuðum líkum á að fá krabbamein í þvagblöðru (Michaud, 2000). Samantekt rannsókna um áhrif fæðubótarefna með andoxunarefnum (E-, C-, A-vítamín og β -karótín) á krabbamein í meltingarfærum sýna að þau koma ekki í veg fyrir krabbamein, þvert á móti sýnast þau auka heildardánartíðni þó með selen sem undantekningu (Bjelakovic, 2004). Rannsóknir benda til þess að vítamín með andoxunarvirkni, C- og E vítamín, geti minnkað líkur á æðakölkun og þar með minnkað líkur á hjarta og æðasjúkdómum (Reykdal, 2001). Verndandi virkni andoxunarefna fyrir hjarta- og æðasjúkdóma er talin felast í því að þau koma í veg fyrir oxun slæma kólesterólsins (LDL), en oxunin stuðlar að skemmdaráhrifum þess (hvetur til æðakölkunar) (Gibney, 2004).



Mynd 3 Slæma kólesterólið (LDL) og góða kólesterólið (HDL) við iðju sína í æðum mannlíkamans (http://thor.rhi.hi.is/tmp/jruah/Hjartasjukdomar___forvarnir.ppt#458,65,Slide 65).

Fæðubótarefni með andoxunarefnum eru markaðsett fyrir íþróttamenn vegna þess að oxunarálag eykst við áreynslu. Ekki eru til haldbærar sannanir um að andoxunarfæðubótarefni séu bót fyrir íþróttamenn né heldur hið gagnstæða.

Íþróttamönnum er ráðlagt að borða náttúrulega andoxunarefnaríka fæðu í stað fæðubótarefna (Urso og Clarkson, 2003).

2.2.4.2.2 Trefjar

Trefjaneysla getur lækkað kólesterólmagn í blóði, hún er talin lækka blóðþrýsting og blóðsykur, draga úr offitu og minnka líkur á slagi (Anderson o.fl., 2000). Ónóg trefjaneysla hefur þ.a.l. verið tengd við ýmsa heilsufarskvilla, m.a. offitu, sykursýki af gerð II, sumar tegundir krabbameina og hjarta- og æðasjúkdóma (Burkitt o.fl., 1974). Trefjar eru eitt af því sem aðallega skortir í fæði fólks á Vesturlöndum, bæði vatnsleysanlegar og óvatnsleysanlegar (Williams o.fl., 1999). Fæðubótarefni og markfæði með trefjum hafa gefið góða raun og eru tilvalin aðferð til að vinna á þessu vandamáli.

Trefjar auka seddutilfinningu og mettun, bæði eftir máltíðir og á milli mála, en það getur leitt til þess að fólk innbyrðir færri hitaeyningar, en það er aftur talið vera lykiltríði í baráttunni við yfirþyngd (Howarth o.fl., 2001). Því er markaðsetning á fæðubótarefnum og markfæði með trefjum sem megrunarfæði ekki úr vegi.

Psyllium trefjar eru mikið notaðar í fæðubótarefni og markfæði til að auðvelda þyngdarstjórnun, stilla glúkólastjórn fyrir sykursjúka og minnka fitumagn í blóði (Singh, 2007). Þær eru notaðar í bætiefnasamsetningar með *Acidophilus* gerlum auk annarra mikilvægra meltingarfæragerla fyrir maga og meltingarfæri. Slík bætiefni eru ætluð til að byggja upp heilbrigðan gerlagróður í meltingarfærunum jafnframt því að hraða úthreinsun (Heilsa ®, 2005a; Heilsa ®, 2005b).

Dæmi um leyfðar heilsufullyrðingar um trefjar eru:

- FDA: (1) Fitulítið mataræði ríkt af trefjaríku kornmat, ávextum og grænmeti getur minnkað áhættuna á sumum tegundum af krabbameini sem margir þættir hafa áhrif á.
- FDA: (2) Mataræði með lítilli mettaðri fitu og kólesteróli og ríkt af ávöxtum, grænmeti og trefjaríku kornmat getur minnkað líkur á hjartasjúkdómum. Þá sérstaklega mataræði með sumum tegundum af trefjum (einkum leysanlegum trefjum). Hjartasjúkdómar tengjast mörgum þáttum.

- Svíþjóð: Mataræði í næringarlegu jafnvægi með miklu af trefjum er mikilvægt til að viðhalda góðri meltingu og minnka líkur á hægðatregðu. Afurð ZZ inniheldur mikið af trefjum.

2.2.4.2.3 Fleiri plöntuefni

Ýmis fleiri plöntuefni eru efniviður í heilsuvörum. Í Lyfjabókinni eru taldar upp afurðir af plöntuppruna sem teljast til “náttúruvara” en ekki náttúrulyfja. Það eru t.d. *ginkgo biloba* (Musteristré), ginseng, hvítlaukur, kamillute og sólhattur (Kristbjarnarson o.fl., 1999).

Ginko biloba er gamalt hefðbundið austrænt lyf sem inniheldur flavonóíða (e. flavonoids) og ísoflavonóíða. Flavonóíðar eru efni sem finnast í mörgum ávöxtum, grænmeti og hnetum, auk drykkja af jurtauppruna s.s. víni og tei. Þeir eru algeng efni í náttúrulyfjum (Galati og O’Brien, 2004). Rannsóknir sýna að staðlaður ginkgóútdráttur (6% terpen og 24% flavonóíð) hindrar verkun þátta sem m.a. hvetja samloðun blóðflagna og valda æðaþrengingu. Rannsóknir sýna að hann getur verið gagnlegur gegn blóðrásartruflunum í heila og útlimum. Einnig eru kenningar um að hann hafi jákvæð áhrif á elliglöp og vinni gegn astma, ofnæmi og bólgu (Kristbjarnarson o.fl., 1999).

Ísóflavonóíðar eru náttúrulegir plöntuestrógenar, sem, líkt og kvenhormónið esterógen bindast við esterógenviðtaka á frumum á mismunandi líffærum í mannlíkamanum, þó mun veikar. Þetta getur bæði haft hvetjandi og letjandi esterógenísk áhrif eftir ástandi líkamans hverju sinni. Sé lítið magn af esterógeni í líkamanum, t.d. við tíðarhvörf, þá auka plöntuestrógen esterógenísk áhrif. Þau hafa jákvæð áhrif gegn beinþynningu og hitakófum sem fylgja tíðarhvörfum. Sé eðlilegt magn af esterógeni í líkamanum geta plöntuestrógen dregið úr neikvæðum áhrifum þess. Þá geta þau verið mikilvægur þáttur í að fyrirbyggja eða meðhöndla hormónaháð krabbamein eins og brjóstakrabbamein (Brouns, 2002). Sojabaunir eru góð uppspretta af ísóflavonóníðum (Dennehy, 2006) og hafa mest verið rannsakaðar. Jákvæðar niðurstöður úr rannsóknum á áhrifum ísóflavonóíða á hjarta- og beinaheilsu sem og áhrifum við tíðarhvörf hafa verið hvatning fyrir markfæðismarkaðinn (Brouns, 2002) og leitt m.a. til

vaxandi markaðshlutdeildar sojamjólkur sem hefur að geyma vítamín, steinefni og ísóflavíóíð (Paul Yamaguchi & Associates, 2006).

Ginsengróttin er meðal vinsælustu plöntufæðubótarefna sem seld eru í Ameríku (Dog, 2005) og hún hefur verið notuð í alþýðulækningum í yfir 2000 ár. Þó er hörgull á haldbærum vísindalegum sönnunum á virkni þess. Í ginsengróttum eru efni sem nefnast ginsenosíðar sem eru talin vera virku efnin í ginseng. Þau líkjast sterum líkamans t.d. kvenhormónum, í uppbyggingu. Almennt er talið að ginseng hafi örvandi áhrif, lækki blóðfitu og blóðsykur, leiði ýmist til hækkunar eða lækkunar á blóðþrýstingi og að það sé örvandi fyrir ónæmiskerfið (Kristbjarnarson o.fl., 1999). Rannsóknir gerðar á ónæmisfrumum manna sýna hvetjandi áhrif á virkni og fjölgun eítílfrumna (Williams og Lamprecht, 2007). Einnig bendir sumt til þess að neysla ginsengs sé verndandi gegn sumum tegundum krabbameina. Aukaverkanir s.s. svefnleysi, háþrýstingur o.fl., eru vel þekktar og ber óléttum konum sérstaklega að varast neyslu á því.

Hvítlaukur inniheldur efnið allísín sem hefur andoxunaráhrif og getur því hindrað oxun í líkamanum og þar með myndun skaðlegra efna sem eru fylgifyskar oxunarinnar. Hvítlaukur getur minnkað samloðun blóðflagna, lækkað blóðsykur, blóðfitu og blóðþrýsting. Vísbendingar eru um verndandi áhrif hans gegn krabbameini.

Kamillute er gert úr blómum jurtarinnar *Matricaria chamomill L.* sem inniheldur m.a. rokgjarnar olíur. Rannsóknir benda til þess að það geti dregið úr krampa, bólgum og meltingartruflunum í maga og skeifugörn. Einnig eru róandi eða svæfandi áhrif þess vel þekkt.

Sólhattur inniheldur ýmis efni s.s. fjölsykrur, kaffisýruafleiður, flavonóíð glykósíð o.fl. Klínískar rannsóknir sýna vísbendingu um ónæmisörvandi áhrif. Indjánar í Norður Ameríku notuðu sólhatt sem verkjalyf og við sýkingu eftir snákabit (Kristbjarnarson o.fl., 1999).

Virkt RTD te er kalt te sem er að ryðja sér rúms hjá ungu kynslóðinni og er að koma í staðin fyrir hefðbundið heitt bruggað te. Grænt te er langvinsælast en oolong te fylgir fast á eftir. Blandað te og svart te koma svo þar á eftir. Neytendur tengja te við mataræðis- og þyngdarstjórnun þess vegna er það oft bætt með flavoníóðnum catachin og/eða trefjum. Rannsóknir sýna að grænt te er ríkt af andoxunarefnum. Algeng innihaldsefni í grænu tei eru t.d. catachin, argínín, kaffín og trefjar og hafa því

margskonar áhrif á heilsu. Kaffín stuðlar að aukinni hitaeyningabrennslu. Sumt slíkt te hefur verið markaðsett sem ofnæmisstillandi þ.e. hefur bólguhjaðnandi áhrif. Grænmetis-, ávaxta- og plöntudrykkir er líka mjög vinsælt markfæði og sennilega það algengasta. Oft eru þeir bættir með aminosýrum, kollagen og CoQ10 (Paul Yamaguchi & Associates, 2006).

2.2.4.3 Olíur

Margskonar olíur hafa verið markaðssettar sem fæðubótarefni og markfæði. Ómettuð fita dregur úr hækkun kólesteróls. Fjölómettuð fita lækkar bæði LDL-kólesteról og HDL-kólesteról þ.e. góða kólesterólið og einómettuð fita lækkar LDL-kólesteról. Mikill styrkur kólesteróls í blóði er talinn áhættuþáttur hjarta- og æðasjúkdóma (Þorgeirsdóttir, 2007).

Heilsusamlegar eldunarolíur er markfæði sem tiltölulega nýtt af nálinni og markaðurinn fyrir þær fer vaxandi. Sú fyrsta slík hét Econa Cooking Oil frá Kao Co. og kom fram árið 1999. Hún inniheldur 80% af díasýlglyseról í stað tríasýlglyseról. Tilgangurinn með því er að neytandinn sé ólíklegri til að safna á sig fitu við neyslu á díasýlglyseról en tríasýlglyseróls vegna þess að hún hefur einni sameind færri. Svona olíur hafa einnig verið bættar með plöntusterólum í þeim tilgangi að þær hafi kólesteróllækkandi áhrif. Einnig hefur eldunarolía verið bætt með DHA (omega-3 fitusýrum) og E-vítamíni til að auka hollustugildi (Paul Yamaguchi & Associates, 2006).

Fiski-, plöntuolíur og olíur af dýrauppruna hafa verið markaðssettar sem fæðubótarefni og markfæði.

2.2.4.3.1 Fiskiolíur

Í fjölómattaðri fitu úr sjávarfangi, s.s. lýsi og fiskifitu, eru langar ω -3 fitusýrur sem hafa margvísleg heilsuþætandi áhrif og draga t.d. úr líkum á myndun blóðtappa og geta átt þátt í að lækka blóðþrýsting (Þorgeirsdóttir, 2007). Lýsi er markaðsett sem fæðubótarefni á fljótandi formi og í hylkjum (perla) og er íslenska fyrirtækið Lýsi hf (<http://www.lysi.is>) mjög framarlega í þeim geira.



Mynd 4 Lýsisperlur (www.lysi.is).

Sem markfæði hefur ω -3 fitusýrum verið bætt í mjólk, ost, jógúrt, brauð og safa (Jones og Jew, 2007). Heilsukostir tengdir neyslu á ω -3 fitusýrum eru að hún er talin minnka líkur á kransæðahjartasjúkdómum, lækka mildan háþrýsting, koma í veg fyrir vissar hjartsláttartruflanir sem geta leitt til skyndilegs dauða og fækka sykursýkistilfellum (Sidhu, 2003). Áhrif ω -3 fitusýrna eru talin vera tilkomin vegna merkjanlegra áhrifa á frumhímnusamsetningu sem breytir starfsemi frumna (Bhattacharya o.fl., 2006). Einnig hafa dýra- og mannatilraunir sýnt að ω -3 fitusýrur hafa jákvæð áhrif á ónæmiskerfið. Þá hafa þær reynst vel í meðhöndlun gegn bólgusjúkdómum þ.e. dregið úr áhrifum bólguefna t.d. liðagigt, sóríasis, Crohn's sjúkdómi og ýmsum stoðvefssjúkdómum. Sterkustu sannanirnar eru varðandi liðagigt þ.e. margar klínískar rannsóknir benda til þess að ω -3 fitusýrum séu góðar við meðhöndlun er á liðagigt. Einnig eru kenningar uppi þess efnis að ω -3 fitusýrur hafi að gera með heilaproskun og -virkni og almenna geðheilsu (Ruxton o.fl., 2007). Fisktegundir sem innihalda ω -3 fjólómættaðar fitusýrur (e. poly unsaturated fatty acids, PUFAs) eru sardínur, makrill, síld, silungur, lax o.fl. Losun á eiturefnum leiðir til mengunar á vatni og fituleysanlegu mengunarefni setjast í fituvef fiska. Því er hætt á að krabbameinsvaldandi efni finnist í fituvefnum. Talið er að neysla E-vítamíns geti dregið úr slæmum áhrifum þessara eiturefna (Sidhu, 2003).

Bæði faraldsfræðilegar og íhlotandi rannsóknir sýna jákvæð tengsl á milli neyslu barnshafandi kvenna á fiski og fiskiolíu og fæðingarstærðar nýbura. Aftursæ rannsókn (e.case-control study) Þórsdóttur o.fl (2004) með spurningalista leiddi í ljós að þeim konum sem neyttu stærra skammta af fiskiolíu en ráðleggingar segja til um fæddu minni börn. Þetta er hugsanlega tilkomið vegna ofneyslu á A-vítamíni og D-vítamíni sem eru í fiskiolíu (Þórsdóttir o.fl., 2004). Rannsókn Ólafsdóttur o.fl. (2005) sýndi að áhrif neyslu fiskiolíu snemma á meðgöngu getur aukið líkur á háþrýstingi við þungun. Þess vegna er mikilvægt að ákvörðum um stærð ráðlagðra skammta sé byggð á vísindalegum

rannsóknnum og að brýnt sé fyrir fólki að of stórir skammtar geta verið skaðlegir (Ólafsdóttir o.fl., 2005).

Dæmi um heilsufullyrðingu um fiskolíu:

- Sviðþjóð: Mataræði í næringarlegu jafnvægi með miklu af löngum ω -3 fitusýrum frá fisk og fiskafurðum minnkar líkur á hjarta- og æðasjúkdómum/fituhrörnun slagæða. Afurð YY inniheldur mikið af ω -3 fitusýrum.
- FDA: Niðurstöður tilrauna styðja þá tilgátu að neysla á EPA og DHA omega-3 fitusýrum getur minnkað áhættuna á hjartasjúkdómum. Þó eru þær niðurstöður ekki endanlegar. Einn skammtur af (nafn á matvæli) eru _____ gr. af EPA og DHA omega-3 fitusýrum .

2.2.4.3.2 Plöntuolíur

Olíur af plöntuuppruna eru líka mikið notaðar sem fæðubótarefni og í markfæði (Reichert, 2002). Plöntuolíur eru dregnar úr blómum, fræjum, laufum, spreki, berki, kryddjurtum, viði, ávöxtum og rótum (Burt, 2004). Þær hafa margs konar jákvæð áhrif á heilsu og hafa mikið verið notaðar sem lyf. Sesam- og hörolía voru notaðar á forsögulegum tímum sem hóstalyf og við óreglu í lifrarstarfsemi (Reichert, 2002). Einnig virðast plöntuolíur vinna gegn sýklum (Burt, 2004). Ákveðin efni sem finnast í sumum plöntuolíum eru talin hafa kólesteróllækkandi áhrif. Sumar eru notaðar við krónískum alkóhólisma og lifrabólgu, aðrar við vitrænni rýrnun og góðkynja blöðruhálskirtilsvexti. Þær örva ónæmiskerfið í litlum skömmtum og stilla tíðahvarfarugl hjá konum. Olía ber líka með sér fituleysin vítamín s.s. K- og E-vítamín, á formi sem lífverur þ.á.m. menn, geta nýtt sér (Reichert, 2002).

Neysla á olífuolíu er tengd lágri dánartíðni af völdum hjarta- og æðasjúkdóma. Hún er uppistaðan í Miðjarðarhafsmataræði þar sem tíðni hjarta- og æðasjúkdóma er minni en í öðrum iðnaðarríkjum. Góð áhrif hennar eru m.a. tengd háu hlutfalli af einómettuðum fitusýrum en neysla hennar dregur úr magni vonda kólesterólsins í líkamanum (Covas, 2007). Árið 2004 leyfði FDA heilsufullyrðingu varðandi olífuolíu sem hljóðar svo: “*Það má fá fram jákvæð áhrif á hættu á hjarta- og æðasjúkdómum með*

Því að borða um tvær matskeiðar (23 g) af ólífuolíu daglega, vegna einómettuðu fitunnar í ólífuolíu” (U.S. Food and Drug Administration, 2004a). Auk lækkandi áhrifa á kólesterólstyrk minnkar neysla olífuolíu insúlínþörf hjá fólki með sykursýki af gerð II og lækkar styrk insúlíns og glúkósa í blóðvökva. Einnig sýna sumar rannsóknir að ólífuolíu lækkar blóðþrýsting, þynnir blóðið og hefur jákvæð áhrif á ónæmiskerfið (Covas, 2007).

Sólblómaolíu inniheldur mikið af fjölómettuðum fitusýrum og mjög lítið af mettuðum. Íhlutandi rannsókn framkvæmd af Binkoski o.fl. (2005) sýndi að neysla á sólblómaolíu lækkar heildarkólesteról í líkamanum og er þannig góð í baráttunni við hjarta- og æðasjúkdóma (Binkoski o.fl., 2005). Sojaolíu er líka talin góð fyrir heilsuna. Hún inniheldur einna mest af lesitín af plöntuolíum en það er blanda af fosfólípíðum. Til eru óstaðfestar kenningar þess efnis að lesitín úr plöntum sé góð orka fyrir heilann og taugakerfið og sé jafnvel jákvætt við meðhöndlun á Parkinson- og Alzheimersjúkdómum (Insel o.fl., 2004). Þá er hún stundum markaðsett fyrir fólk undir miklu álagi s.s. mæður með lítil börn og forstjóra fyrirtækja (dæmi: heimasíða Graig Farm Organics (<http://www.graigfarm.co.uk/>)).

Upplýsingar um virkni stakeindaeyðingu (e. radical scavenging activity, RSA) og andoxunareiginleika plöntuolíu eru mjög takmarkaðar. Þær upplýsingar eru mikilvægar til að meta næringargildi á þessum olíum og áhrif þeirra á heilsu. Ramadam og Moersel (2006) skimðu fyrir RSA-mótvirkni í nokkrum olíum. Niðurstöður þeirra sýndu að kóríander-, svartkúmin-, baðmullarfræs- og hnetuolíu höfðu mesta RSA-mótvirkni. Þessar olíur gætu því verið góðar gegn krabbameini og hjarta- og æðasjúkdómum. Óhefðbundar olíur hafa verið notaðar sem fæðubótarefni víða í heiminum og vinsældir þeirra eru að aukast (Ramadam og Moersel, 2006).

2.2.4.3.3 Olíur af spendýrauppruna

Samoka línolsýra (conjugated linoleic acid, CLA) er fjölómettuð olía sem er til staðar í nauta- og lambakjöti og mjólkurafurðum. CLA er algengt fæðubótarefni og er eina olían af spendýrauppruna sem hefur verið markaðsett sem heilsuvara. Talið hefur verið að hún hafi jákvæð heilsusamleg áhrif s.s. að koma í veg fyrir æðakölkun, nokkrar tegundir krabbameina og háþrýsting og einnig er hún þekkt fyrir að bæta ónæmisvirkni.

Líkt og ω -3 fitusýrur hefur CLA merkjanleg áhrif á frumhímnusamsetningu sem getur breytt starfsemi frumna. Dýratilraunir hafa sýnt þetta en vöntun er á klínískum tilraunum á mönnum til að styðja að þessi áhrif eigi við um fólk (Bhattacharya o.fl., 2006). CLA er víða talin hafa þyngdarlosandi áhrif. Hún virðist stuðla að minnkun á fitumassa og aukningu á fitulausum massa í nagdýrum (Park o.fl., 1997), en rannsóknir á mönnum gefa ekki eins góðar niðurstöður (Zemel o.fl., 2000; Petridou o.fl., 2003). Það eru því skiptar skoðanir á ágæti CLA til þyngdarstjórnunar í mönnum og eru sumir vísindamenn á því að hún hafi frekar neikvæð áhrif á heilsu manna en góð (Larsen o.fl., 2003).



Mynd 5 CLA fæðubótarefni (Dymatize®).

Kólín er fituefni sem finnst í lifur, eggjum og kjöti. Það hefur verið notað sem fæðubótarefni af íþróttamönnum. Það er mikilvægur hluti í fjölmörgum efnasamböndum svo sem fosfólípíðum í frumhímnunum og er lesitín þeirra þekktast. Kólín er ekki álitnið nauðsynlegt næringarefni fyrir manninn en þó hefur nýlega verið sýnt fram á að það er nauðsynlegt fyrir eðlilega starfsemi lifrarinnar (Reykdal og og Porta, 2003).

2.2.4.3.4 Plöntusteról og -stanól

Plöntusteról og -stanól eru fituefni sem finnast í mismiklu magni í plöntuolíu, hnetum og korni. Þau eru að byggingu skyld kólesteróli. Það er vísindalega sannað að neysla þeirra lækkar heildarkólesteról í blóði og þannig geta þeir dregið úr áhættu á hjarta- og æðasjúkdómum (Jones og Jaw, 2007). Kenningar eru einnig til þess efnis að þau geti dregið úr hættu á ristilkrabba eða blöðruhálskirtilskrabba og styrkt ónæmiskerfið (Jong o.fl., 2003). Plöntusteról eru mjög algengur efniviður í markfæði, er t.d. bætt í jógúrt og viðbit til að auka hollustugildi þeirra (Jones og Jew, 2007; Belitz o.fl., 2004).

Eftirspurn eftir sterólum og stanólum hefur aukist í heiminum síðan leyft var að selja kólesteróllækkandi smjör og smjörlíki (Reichert, 2002).

Eitt þekktasta vörumerkið í heiminum sem byggir á plöntustanólum er Benecol. Benecolvörurnar innihalda ákveðna gerð plöntustanólesters, en rannsóknir hafa sýnt að hann hefur áhrif til lækkunar kólesteróls í blóði (www.benecol.is).



Mynd 6 Benecol jógúrdrykkur

Þetta plöntustanólester var framan af einkum notað í smjörlíki ýmiss konar en nýlega hafa einnig komið fram léttari afurðir með plöntustanólester, t.a.m. jógúrdrykkir á borð við þann sem MS hefur nú hafið framleiðslu á undir vörumerki Benecol. Dehydroepiandrosterone (DHEA) er andrógensteri seyttur úr nýrnahettu mannsins sem breytist í testosterón og estrogen (karl- og kvenhormónin). Þetta efni myndast líka náttúrulega í kínverskum kartöflum og er það framreitt sem fæðubótarefni. Sem forveri vöðvauppbyggjandi hormóns er talið að DHEA geti aukið styrk testosteróns og þannig aukið vöðvamassa. Tilraunir á mönnum sýna að neysla á DHEA eykur styrk testosteróns í blóði (Clarkson og Rawson, 1999).

Dæmi um heilsufullyrðingu um steról og stanól:

- FDA: (1) Mataræði með lítil mettaðri fitu og kólesteróli sem inniheldur í heildina daglega a.m.k. 1,3 gr. af plöntusterólesterum í tveimur máltíðum getur minnkað hættu

á hjartasjúkdómum. Í einum skammti af (nafn á matvæli) eru ___ gr. af plöntusterólesterum (2).

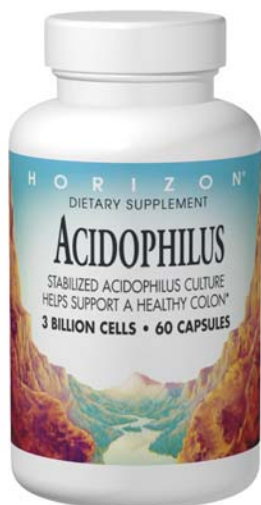
- FDA: (2) Mataræði með lítill mettaðri fitu og kólesteróli sem inniheldur í heildina daglega a.m.k. 3,4 gr. af plöntustanólesterum í tveimur máltíðum getur minnkað líkurnar á hjartasjúkdómum. Í einum skammti af (nafn á matvæli) eru _____gr. af plöntustanólesterum. .

2.2.4.4 Bætibakteríur

Bætibakteríur (e.probiotics) eru lifandi örverur í matvælum sem hafa, þegar þeirra er neytt í nægjanlegu magni, jákvæð heilsusamleg áhrif. Áhrifa þeirra gætir aðallega í meltingarvegi, leggöngum og húð (Sanders, 1998). Neysla þeirra getur komið í veg fyrir óæskilegan örveruvöxt, viðloðun frumna og innrás sýkla, þær hafa bein áhrif gegn sýklum og geta stillt ónæmissvar hýsils. Sterkustu sannanirnar fyrir klínískri virkni hafa komið fram við notkun þeirra gegn einkennum á mjólkurópoli, meðferð við bráðaniðurgangi, minnkun á aukaverkunum sýklalyfja og til að koma í veg fyrir ofnæmisviðbrögð og vinna á þeim (Doron og Gorbach, 2006). Þeir eru taldir hafa jákvæð áhrif á meltingu, ofnæmi og krabbamein. Jógúrt er algengt markfæði sem inniheldur bætibakteríur (Jones og Jaw, 2007).

Algengustu bætibakteríurnar í matvælum eru *Lactobacillus acidophilus* og *Bifidobacterium bifidum*. Mjólkursamsalan ehf. notar þær t.d. til að sýra mjólk svo að úr verði AB-mjólk (www.ms.is). Margar rannsóknir hafa sýnt fram á gagnleg áhrif Bifidobacterium og Lactobacilli-stofnanna á heilsu manna. Bifidobakteríur hindra vöxt skaðlegra gerla með því að mynda sterkar sýrur sem lækka sýrustig (pH) ristilsins og þola skaðlegir gerlar það illa. Þá minnka þær styrk ammóníaks í blóði, mynda B-vítamín og ýmis meltingarensím og stilla ónæmiskerfið (þær ráðast t.d. á krabbameinsfrumur). Kenningar eru uppi þess efnis að þær lækki blóðkólesteról. Einnig stuðla Bifidóbakteríur og Lactóbacilli að enduruppbyggingu eðlilegrar gerlaflóru eftir meðhöndlun með sýklalyfjum og hafa því góð áhrif á meltingu (Eriksen, 1998). Auk þess að vera í mjólkurvörum eru þessir gerlar víða seldir í formi fæðubótaefna s.s. hylkja.

Kenningar um að *Acidophilus* vinni gegn svonefndri sveppasýkingu (*candida albicans*), sem á að geta valdið fjölda einkenna, svo sem þreytu, meltingartruflunum, endurteknum ennisholubólgu, vöðvaverkjum og jafnvel geðsveiflum (Heilsa®, 2005a), eru vinsælar meðal almennings en eru ekki byggðar á vísindalegum grunni. Markfæði með bætibateríum er sagt vera kólesteróllækkandi, ónæmisaukandi, háþrýstingslækkandi, hafa andoxunarvirkni og það nýjasta er að hún geti verið öflugur orkugjafi. Þá hafa drykkir með bætibakteríum t.d. verið markaðsettir sem ofnæmisstillandi (Paul Yamaguchi & Associates, 2006).



Mynd 7 Acidophilus hylki (Horizon®).

Fáskykrur (e.oligosaccaride) ganga undir nafninu bætisýkrur (e.prebiotics). Þegar þeirra er neytt hefur ómeltanlegi hluti þeirra sömu áhrif og matur þ.e. það eykur magn vinalagra baktería í ristlinum eins og bifidobacteria og lactobacillus tegunda og um leið minnkar magn skaðlegra baktería þar. Þess vegna ganga fáskykrur undir nafninu bætisýkrur. Níu tegundir af fáskykrum hafa verið notaðar í FOSHU þ.e. frúktó-, galaktó-, sojabauna-, ísomaltó-, xýló-, kaffibauna-, raffínós-, laktósúkrósa- og laktólósafáskykrur (Paul Yamaguchi & Associates, 2006).

2.2.4.5 Prótein, peptíð og amínósýrur

Mörg fæðubótarefni innihalda próteinduft og alls kyns amínósýrusamsetningar og eru markaðsettar fyrir aukna vöðvauppbyggingu. Styrkleikaæfingar auka próteinmyndun og geta valdið neikvæðu köfnunarefnisvægi, sem gefur til kynna aukna þörf á próteininntöku í mataræði. Flestir íþróttamenn borða mikinn mat og próteinþörf þeirra er fullnægt eða rúmlega það (Clarkson og Rawson, 1999). Magn sem fer umfram þörf af próteini byggir ekki upp vöðva. Það er eins og að reyna að bæta bensíni á bíl sem er með fullan tank og vonast eftir að komast hraðar (Insel, 2004). Þó er rétt að þörfin á próteini eykst við áreynslu. Líkami okkar er hins vegar svo fullkomin smíð að hann finnur leið til að sigrast á því og nýtir betur það prótein sem við neytum og jafnar þannig út þörfina (Phillips, 2004).

Nokkrar tegundir amínósýra (arginín, ornítín, histidín, lýsín, meþíónín og fenýlalanín) eru sagðar auka magn vaxtarhormóns sem talið er hafa efnaskiptaáhrif á vöðva. Flestar rannsóknir benda til þess að þessar amínósýrur auki ekki magn vaxtarhormóns né heldur vöðvamassa (Clarkson og Rawson, 1999).

Þó bendir margt til þess að neysla á amínósýrum með greinóttar hliðarkeðjur (BCAAs) hafi jákvæð áhrif á vöðvauppbyggingu (Antonio o.fl., 2000). Rannsóknir benda til þess að neysla á BCAA auki tíðni uppbyggingar og minnki tíðni próteineyðingar eftir æfingu (Blomstrand og Saltin, 2001). BCAAs Leu, Ile og Val eru meðal níu ómissandi amínósýra með greinóttum hliðarkeðjum. Þær hafa þá sérstöðu að brenna í vöðvunum ólíkt öðrum ómissandi amínósýrum sem hvarfast í lifrinni. Áreynsla í vöðvum hvetur þessa brennslu á BCAAs. Fitusýruoxun (brennsla) tengist aukinni tíðni

á BCAAs oxun, og bendir það til þess að fitusýrur gætu verið BCAAs oxunarstillarar (Shimomura o.fl., 2004). Nýlegar rannsóknir benda til að fríar BCAAs, sérstaklega levsín, gegni mjög mikilvægu hlutverki í próteinefnaferlum líkamans. Levsín hvetur próteinmyndun og hamlar próteineyðingu. Því er forvitnilegt að sjá hvaða áhrif BCAAs hafa sem fæðubót en skortur er á sönnunum um virkni þeirra. Enn er eftir að áætla æskilegan ráðlagðan skammt til að fá fram þessi hugsanlegu áhrif. Gæta þarf þess að of mikið magn af BCAAs, sem líkaminn hefur ekki undan við að losa, getur leitt til eitrunar. Þó eru sterkar líkur til þess að neysla á BCAAs sé gagnleg fyrir vöðvaviðhald eftir æfingar og aukningu vöðvamassa ef þess er neytt í réttu magni (Shimomura o.fl., 2006).

Samkvæmt samantekt Paul Yamaguchi & Associates (2006) á markfæði í Japaneru sextán gerðir amínósýra notaðar í sport- og megrunardrykki þar í landi. Það eru: glýsín, alanín, valín, levsín, ísólevsín, serín, þrenónín, týrósín, systemín, meþjónín, aspartík sýra, aspargín, glútamik sýra, argínín, lýsín, histidín, fenýlalanín, tryptófan og prólín. Þessir drykkir eru ætlaðir til að ná betri árangri í íþróttum og vera hvetjandi til þyngdartaps (Paul Yamaguchi & Associates, 2006).

Nánar verður fjallað um prótein í 3. kafla: Prótein í heilsuvörum.

2.2.4.6 Annað

Spirulina eru örsmáir blágrænir þörungar (blue-green algae) sem hafa lengi verið notaðir til matar. Þetta er þekktasta og mest rannsakaða fæðubótarefnið sem unnið er úr þörungum. *Spirulina* er 60-70% prótein, ríkt af vítamínum sérstaklega B₁₂ og β-karótíni (forvera A-vítamíns), steinefnum, sérstaklega járn, og nauðsynlegum amínó- og fitusýrum. Margar *in vitro* tilraunir og dýratilraunir sýna að *spirulina* stillir ónæmiskerfið (e. immune modulation) og dregur þannig úr virkni og/eða eyðir sýklum, mótefnum og ofnæmi. *Spirulina* inniheldur sterk andoxunarefni af karótínuppruna og er því góður andoxunarvari. Í samantekt Belay (2002) kemur fram að margar rannsóknir hafa sýnt að neysla á *spirulina* getur minnkað líkur á sumum tegundum krabbameina og margar dýratilraunir sýna að það hafi kólesterólminnkandi áhrif í blóði. Þar á meðal er sagt frá rannsókn Saeki o.fl. (2000) sem sýndi að neysla *spirulina* hjá fertugum mönnum jók mótefnaseytingu og styrkti virkni drápsfrumna. Einnig eru útlistaðar margar *in vitro*

rannsóknir og dýratilraunir sem sýna andoxunavirkni. Til dæmis sýna *in vitro* rannsóknir Manoj o.fl. (1992) og Zhi-gang o.fl. (1997) að spirulina hefur mikla andoxunavirkni. Auk þeirra sýnir rannsókn Miranda o.fl. (1998) á rottum að andoxunavirkni í blóðvökva jókst marktækt við inntöku á spirulina.



Mynd 8 Spirulina töflur (Walmark®).

Einnig hafa rannsóknir sýnt að neysla á spirulina geti aukið magn góðu gerlanna í meltingarvegi rotta (Tsuchihashi o.fl., 1987; Parada o.fl., 1998). Þá hefur það verið nefnt sem jákvætt gegn sykursýki, offitu, blóðrásartruflunum, eitrunum af völdum þungmálma o.fl. efna og geislunar. Þrátt fyrir mikla umræðu hafa fáar tilraunir verið gerðar á mönnum og því erfitt að sanna virkni spirulina í mannlíkamanum (Belay, 2002).

Kreatín er efni sem myndast í lifrinni og er flutt til vöðva þar sem það er geymt. Hlutverk þess er að viðhalda háu hlutfalli af orkugjaldmiðli (ATP:ADP) við vöðvasamdrátt við mikla áreynslu. Neysla á kreatíni t.d. úr fiski eða kjöti virðist auka getu við mikil átök hjá mönnum þ.e. umfram áhrif þess kreatíns sem er náttúrulega myndað, en það endist aðeins í stuttan tíma við mikil átök. Litið hefur verið á kreatín fæðubót ásamt kolhýdratlausn sem leið til að ná fram skjótum árangri hjá íþróttamönnum í þolíþróttum og til lengri tíma litið gæti það verið gott fyrir íþróttamenn svo að þeir geti æft í langan tíma við mikið álag án þess að þreytast umfram það sem gerist við eðlilega þjálfun (Greenhaff, 1997). Kreatín hefur einnig verið notað af íþróttamönnum til að auka vöðvamassa. Vefja- og dýratilraunir sýna að kreatín sendir boð til að auka próteinmyndun og stækka vöðva og það eykur varðveislu á vatni (Clarkson og Rawson, 1999). Af þessum ástæðum er kreatín mjög mikilvægt fyrir þróun hreystifæðimarkaðsins.

Kenningar eru uppi um að of mikil neysla á kreatíni geti valdir nýrnaskemmdum og vöðvakrömpum (Greenhaff, 1997).

β-Hýdroxý-β-metýlbútýrat (HMP) er framleitt í líkamanum úr ómissandi amínósýrunni levsíni. Margt bendir til þess að HMP geti komið í veg fyrir niðurbrot efna (líkt og levsín). HMP finnst m.a. í greipaldini og steinbít. Uppi eru kenningar þess efnis að HMP fæðubót hamli niðurbroti próteina sem gerist við stífar æfingar og leiði þannig til aukins vöðvamassa og styrkleika vöðva. Skortur er á rannsóknum á þessu efni (Clarkson og Rawson, 1999).

Vínager hefur verið markaðsett sem markfæði. Það er m.a. unnið úr hrísgrjónum og myndast mikið af amínósýrum, peptíðum og sítrónusýru við gerjunarferlið. Vínager er talið vera góður andoxunarmiðill, orkugjafi og fegrandi fyrir húðina (Paul Yamaguchi & Associates, 2006).

Kóensím Q10 (ubiquinone) er líkt vítamínunum að uppbyggingu. Það er náttúrulega til staðar í öllum frumum líkamans og er ábyrgt fyrir framleiðslu á eigin orku líkamans. Í orkukornum sem eru í frumum er orku úr mat breytt í nýtanlega orku fyrir líkamann með hjálp kóensíms Q10 (Ernster o.fl., 1995). Framleiðsla á þessu kóensími minnkar með aldrinum og það hefur verið mælt með sem viðbót í formi fæðubótaefna fyrir aldraða, sérstaklega sjúka, til að viðhalda eðlilegum orkuefnaskiptum. Skortur kemur fram sem skemmdir á heila, öðrum líffærum og orkukornum í öllum frumunum. Það hefur mjög sterka andoxunarvirkni (Ely og Krone, 2000). Öldrun, slæmar matarvenjur, streita og sýkingar auka líkurnar á að líkaminn fái ekki nóg af kóensími Q10. Því getur verið heppilegt að taka þetta efni sem fæðubótarefni. Af fæðutegundum er kjöt helsta uppspretta kóensíms Q10. Auk andoxunarvirkni hafa þau lækkandi blóðþrýstingsáhrif og almenn jákvæð áhrif á æðakerfið. Það er hugsanleg vörn gegn krabbameini og hjartasjúkdómum. Það hefur verið fánlegt sem fæðubótarefni lengi og má víða sjá í stórmörkuðum og apótekum á Íslandi. Nýting úr hylkjum er mismunandi eftir vörumerkjum og lítið er vitað um nýtingu úr kjöti. Skortur hefur komið fram hjá hjarta- og háþrýstingssjúklingum. Dýratilraunir sýna minnkandi styrk við öldrun og hörnun ónæmiskerfisins (Reykald og Porta 2003).

Til eru mörg fleiri efni sem hafa verið notuð sem efniviður í fæðubótarefni og markfæði. Í bók Maughans og Murrays (2001) um sportdrykki eru nefnd alls kyns efni

sem hefur verið bætt í sportdrykki með það að markmiði að auka getu og árangur í íþróttum. Mörg þeirra hefur þegar verið fjallað um. Önnur efni sem má bæta við er m.a. karnítín sem fræðilega gæti hvatt til aukinnar fitubrennslu. Þá er nefnt glýsín sem talið er að geti aukið vökvaupptöku, ýmis sölt sem eru holl og heppileg fyrir brennslu (t.d. laktat og pýrúvat) og fitur (s.s. glýseról, MCT og kólín), sem allar eiga að stuðla að betri árangri í íþróttum á einhvern hátt (Maughan og Murray, 2001).

Þessi samantekt á efnivið sem má nota í heilsuvörur er alls ekki tæmandi. Hér er aðeins stiklað á stóru og áhersla lögð á þau efni sem mest hafa verið rannsökuð og/eða verið vinsælust hjá neytendum.

2.3 Viðhorf neytenda og markaður

Margir tengja hollt mataræði við góða heilsu. Heilsa er því eitt af þeim gildum sem hafa áhrif á matarval neytenda ásamt mörgum öðrum s.s. bragði og aðgengi. Þessar breytur eru af lífeðlisfræðilegum, félagsfræðilegum og menningarlegum toga. “Heilsusamlegt” og “óheilsusamlegt” eru algengir mælikvarðar á hversdagsmat (Falk o.fl., 2001). Líkamsþyngd og almenn heilsumálefni styrkja mjög markaðinn fyrir skertar og léttar vörur. Vaxandi áhugi á markfæði setur einnig svip sinn á markaðinn í kjölfarið og gengur það jafnvel á markaðinn fyrir skertar og léttar vörur. Neytendur eru farnir að horfa frekar eftir lífrænum afurðum, afurðum sem innihalda bætibakteríur og trefjarínum matvælum en léttum og skertum afurðum (Leatherhead Food International 2007).

Sem stendur er markaðurinn yfirfullur af vörum sem standast ekki kröfur sem settar hafa verið af yfirvöldum, þ.e. vörur sem hafa ekki nægar vísindalegar rannsóknir á bak við sig til að sanna ágæti sitt. Einnig er ábótavant að lögð sé áhersla á að markfæði sé ekki töfraskot eða undrallyf við lélegum lífsstíl (Hasler, 2002).

Gefin hafa verið út alls kyns mótsagnakennd gögn um áhrif matvæla á heilsu. Framleiðendur sem vilja græða gefa út alls konar gögn hliðholl hollustu sinnar vöru án nægjanlegra vísindalegra stöða og því eru tilraunir kostaðar af framleiðendum ekki almennt í hávegum hafðar hjá neytendum. Þetta hefur haft letjandi áhrif á trúverðuleika næringarfræðinga (Jones og Jew, 2007).

3 Prótein í heilsuvörum

Prótein í heilsuvörum eru mjög vinsæl meðal íþróttamanna. Í mörg ár hefur sú trú ríkt meðal manna að mikil neysla próteins í mataræði hvetji til þyngdartaps (sbr. vinsældir Atkinskursins, South Beach o.fl.). Þó var aðeins fyrir stuttu byrjað að rannsaka markvisst áhrif mataræðis með háu hlutfalli próteina á orkueyðslu, heildar orkuinntöku og þyngdartap miðað við mataræði með lágu hlutfalli próteina. Niðurstöður rannsókna benda til þess að hærra hlutfall próteina í mataræði hafi jákvæð lífeðlisfræðileg áhrif á hitamyndun og seddutilfinningu, stuðli að minnkaðri heildarorkuinntöku og sumar rannsóknir benda til aukins þyngdartaps og fitutaps af völdum þess (Halton og Hu, 2004).

Prótein nýtist til 12-15% af orkunotkun í hvíld og eykst notkun þess um u.þ.b. 5% við áreynslu. Þess vegna hefur íþróttamönnum verið ráðlagt að auka próteininntöku. Það er hins vegar engar sannanir til um að skortur sé á próteini í mataræði heilbrigðra íþróttamanna sem borða eftir ráðleggingum né staðfesting á því að viðbótarpróteinneysla miðað við eðlilega fæðu sé góð. Íþróttamenn borða mikið af dýru próteini sem viðbót við daglega fæðu og trúin á ágæti þess er mjög mikil. Fræðilega gæti losun á köfnunarefni vegna umframpróteinneyslu orðið vandamál fyrir nýrnastarfsemi. Þó er hvorki staðfest að of mikil próteinneysla sé skaðleg né heldur að hún sé til bóta (Maughan og Murray, 2001). Rannsóknir sýna að líkaminn nýtir prótein betur við styrkleikaáreynslu og dregur það úr þessari auknu þörf. Íþróttamönnum er því, eins og öðru fólki, ráðlagt að hafa prótein um 12-15% af fæðunni. Þá eru engar haldbærar sannanir sem gefa til kynna að próteinfæðubótarefni séu áhrifaríkari fyrir vöðvauppbyggingu en neysla á hágæðapróteini úr hefðbundnum próteingjöfum (Phillips, 2004).



Mynd 9 Próteindrykkur og flottur massi (Barnett Enterprises ©).

Mysuprótein eru vinsæll efniviður í heilsuvörur og þá helst til vöðvauppbyggingar auk annarra heilsuþátta. Það inniheldur hátt hlutfall af BCAAs þ.á.m. amínósýrunni levsíni (Ha og Zemel, 2003) (sjá nánar umfjöllun í kafla 2.2.4.5.). Í samantekt Cribbs (2005) er bent á að ýmsar rannsóknir sýni að mysuprótein ásamt styrktaræfingum séu örugg og áhrifarík leið til að byggja upp og viðhalda mikilvægum vöðvamassa í fullorðnum, samhliða því að halda góðri heilsu um leið og þeir eldast. Þó að skortur sé á hnitmiðuðum klínískum rannsóknum um mysuprótein til að staðfesta þetta þá benda klínískar rannsóknir gerðar í sambandi við krabbamein, eyðni og lifrabólgu til þess mysupróteinneyslu sé til bóta. Ágæti þess er hugsanlega talið vera tengt getu þess til að auka glútaþíonstyrk í mörgum mismunandi frumum líkamans. Glútaþíon er grunnandoxunarkerfi í líkamanum sem ver frumur fyrir eyðileggingu sindurefna, mengun, eitri, sýkingum og útfjólublárrí geislun. Glútaþíonstyrkur minnkar með öldrun og tengist það öldrunarsjúkdómum á borð við Alzheimersjúkdómi, Parkinsonsveiki, æðakölkun o.fl. Þá fullyrðir Cribb að mysuprótein gefi betri niðurstöðu hvað varðar minni líkamsfitu og aukinn vöðvamassa borið saman við kasein- eða kolhýdratneyslu fyrir æfingu á sex vikna tímabili (Cribb, 2005).

Prótein af plöntuuppruna hafa oftast áhrif til minnkunar á kólesterólið í blóðinu og þar eru sojaprótein áhrifarík (Nakai og Modler, 1999). Árið 1995 gerðu Anderson o.fl. meta-greiningu á rannsóknum á sojapróteini og niðurstaða þeirra var sú að neysla á sojapróteini dragi úr heildarkólesteróli, slæma kólesterólinu og tríglyserólum en það inniheldur sjálft lítið af þessum efnem. Þar með minnkar það hættu á hjarta-og æðasjúkdómum (Anderson o.fl., 1995). Eins og fyrr er greint frá (í kafla 2.2.4.2.3.) geta sojaprótein með ísóflavónóiðum stuðlað að bættri beinheilsu og minnkað hættu á

hormónutengdum krabbameinum. Einnig hefur það verið tengt við góða nýrnaheilsu, minni líkur á sykursýki, betra minni og þyngdarstjórnun (Archer Daniels Midland Company, 2004). Ensímatískt vatnsrofnin peptíð sem eru í sojabaunapróteini eru talin vera valdur að þeim kólesteróllækkandi áhrifum sem neysla sojapróteina hefur. Sojaprótein inniheldur mikið af vatnsfælnum peptíðum og hefur þ.a.l. mikla getu til að bindast sterólum eins og gallsírum. Peptíðbundinni gallsíru er seytt í saur án þess að vera endurupptekin í meltingarvegi og þar með lækkar styrkur kólesteróls í blóðvökva (Nakai og Modler, 1999).

Það nýjasta á döfnni varðandi prótein í heilsuvörum er nýting lífvirkra peptíða. Margar vörur, sem nýta sér möguleika lífvirkra peptíða, hafa þegar verið markaðsettar eða eru í þróun hjá matvælafyrirtækjum. Margar vísindalegar sannanir á jákvæðum áhrifum lífvirkra peptíða á heilsu styðja þessa þróun (Hartmann og Meisel, 2007). Í töflu 4 má sjá nokkra möguleika á notkun peptíða á heilsuvörumarkaðnum.

Tafla 4 Yfirlit yfir notkunarmöguleika peptíða (Geirsdóttir, 2006b).

Próteinbæti efni:	Lækningafæði f/fólk með:
Orkudrykkir	Fenýlketonmigu (PKU)
Afurðir f/aldræða	Ofsaofnæmi
Íþróttadrykkir	Lifrarsjúdóma
Megrunaræða	Brisbólgu

Dæmi um heilsufullyrðingu um sojaprótein:

- FDA: (1) 25 grömm af sojapróteini á dag, sem hluti af mataræði með lítilli mettaðri fitu og kólesteróli, getur minnkað hættu á hjartasjúkdómum.
- FDA: (2) Mataræði með litlu af mettaðri fitu og kólesteróli og með 25 grömmum af sojapróteini á dag getur minnkað hættu á hjartasjúkdómum. Einn skammtur af (nafn á matvæli) útvegar ___ grömm af sojapróteini.

Almennt um prótein

Orðið prótein kemur frá gríska orðinu *protos* sem merkir “grundvöllur mikilvægis”. Þýskur efnafræðingur að nafni Gerardus Mulder sem nefndi þau svo, hafði uppgötvað að prótein eru aðalefnisþáttur allra plöntu- og dýravefja, á eftir vatni. Þessar sameindir eru flóknar í byggingu, þær eru lífsnauðsynlegar og hafa hlutverk í öllum lífandi frumum (Insel o.fl., 2004). Prótein, peptíð og amínósýrur eru mikilvægir hlutar matar. Þau útvega líkamanum nauðsynlegan efnivið fyrir próteinmyndun. Að auki hafa þau bein áhrif á bragð matvæla og eru forverar ilmefna og litarefna sem myndast við hita- eða ensímhvött efnahvörf við framleiðslu, vinnslu eða geymslu (Belitz, 2004). Hollustugildi próteina markast aðallega af því hversu vel þau uppfylla þörf fyrir köfnunarefni og nauðsynlegar amínósýrur (Šližytė o.fl., 2005). Hlutverk próteina er að byggja upp og endurnýja vefi, þau eru hluti nauðsynlegra efna s.s. hormóna og hvata og þau gefa einnig orku. Sérstaða próteina er að þau eru bæði orkuefni og bætiefni (Belitz o.fl., 2004).

3.1.1 Bygging

Prótein eru fjölliður af amínósýrum þar sem hver amínósýruleif tengist þeirri næstu með samgildum tengjum. Prótein má brjóta niður með vatnsrofi í upphaflegar amínósýrur með margs konar aðferðum. Prótein eru samsett af tuttugu mismunandi α -amínósýrum en aðrar amínósýrur taka ekki þátt í nýmyndun próteina. Þær hafa sýruhóp og amínóhóp bundna við sama kolefnisatómið þ.e. α -kolefni sameindarinnar. Munurinn felst í hliðarkeðjunum sem eru mismunandi að byggingu, stærð og hleðslu. Peptíð eru stuttar amínósýrulengjur, þ.e. tvær til hundrað amínósýruleifar mynda peptíð. Prótein eru fjölpeptíðkeðjur úr hundrað til mörg þúsund amínósýrum. Virkni próteina fer eftir þrívíddarlögun próteinsins. Raðir af amínósýruleifum stilla sér upp á þann hátt sem er orkulega/varmafræðilega hagkvæmastur og próteinbyggingin er síðan styrkt með fjölda veikra tengja þ.e. vatnsfælnum hrifum, vetnis- og jónatengjum. Þetta ákvarðar lögun

próteinanna. Amínósýruröðin markar þannig lögum próteina og er því grundvöllur að virkni þeirra (Nelson og Cox, 2005; Voet og Voet, 2004).

3.1.2 Næringargildi

Þættir sem hafa áhrif á skilvirkni amínósýra í próteinmyndun grundvallast af skammtastærð og samsetningu fæðupróteina. Lífgildi próteina endurspeglar hlutfall lífsnauðsynlegra amínósýra og hversu vel þau uppfylla þarfir manna (níu amínósýrur af tuttugu eru lífsnauðsynlegar). Lífsnauðsynlegar amínósýrur eru þær sem maðurinn verður lífsnauðsynlega að fá úr fæðunni vegna þess að við getum ekki myndað þær sjálf (Belitz o.fl., 2004). Fæðuprótein sem inniheldur hátt hlutfall af þessum amínósýrum er með hátt lífgildi (e. Biological Value) (sjá töflu 5) (McGilvery, 1970) en þau sem hafa lítið eða ekkert af einni eða fleiri tegundum lífsnauðsynlegra amínósýra hafa lágt lífgildi. Lífgildi er hlutfall neytts og upptekins köfnunarefnis (Belitz o.fl., 2004). Mannamjólk hefur hæsta lífgildi enda er hún sérstaklega hönnuð fyrir mannslíkamann. Eggjaprótein fylgja fast á eftir og síðan kúamjólk. Afurðir upprunnar úr plöntum hafa aðeins lægra lífgildi (McGilvery, 1970). Í bókinni Food Chemistry (2004) eru mjög svipuð gildi gefin upp fyrir þessi matvæli en auk þeirra eru gefin upp gildi fyrir fisk 0,76 og fyrir kjöt 0,74 sem bendir til þess að fiskur hefur sennilega aðeins hærra lífgildi en kjöt. Einnig kemur þar fram að gildi fyrir kúamjólk sé ekki nema 0,84, en það er 0,94 samkvæmt McGilvery (1970).

Tafla 5 Lífgildi nokkurra prótein-ríkra matvæla (McGilvery, 1970).

	Ile	Leu	Val	Thr	Met + Cys	Trp	Lys	Phe + Tyr	His	Lífgildi
Egg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,94
Mannamjólk	1,1	1,4	1	1	1,1	1,6	1	1	0,9	0,95
Kúamjólk	1,1	1,3	1	0,9	0,7	1,3	1,3	0,9	1,1	0,9
Kjöt	0,8	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	1,4	0,7	1,6	0,76
Sojabaunir	1	0,9	0,8	0,8	0,6	1,3	1,1	1	1,4	0,75
Hrísgrjón	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	1,2	0,5	1,2	0,8	0,75
Hveiti	0,6	0,8	0,6	0,7	0,8	1,1	0,4	0,8	1	0,67
Kartöflur	0,6	1,1	0,8	1,3	0,6	1,9	1,4	0,8	1,1	0,67
Hafrar	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	1,2	0,6	1	1,1	0,66
Máis	1	1,7	0,8	0,7	1,1	0,5	0,4	1	1	0,6

Tafla 6 Hundraðshluti lífnauðsynlegra aminosýra í nokkrum matvörum (Huss, 1995).

Aminosýrur	Fiskur	Mjólk	Nautakjöt	Egg
Lýsín	8,8	8,1	9,3	6,8
Tryptofan	1,0	1,6	1,1	1,9
Histidín	2,0	2,6	3,8	2,2
Fenýlalanín	3,9	5,3	4,5	5,4
Levsín	8,4	10,2	8,2	8,4
Ísolevsín	6,0	7,2	5,2	7,1
Þreónín	4,6	4,4	4,2	5,5
Meþíónín-systín	4,0	4,3	2,9	3,3
Valín	6,0	7,6	5,0	8,1

Tafla 6 sýnir mismunandi magn lífnauðsynlegra aminosýrna í mismunandi matvælum. Skortur á lífnauðsynlegum aminosýrum í líkamanum hefur bein áhrif með því að hamla myndun á flestum próteinum (Ha og Zemel, 2003). Það er almenn vitneskja að prótein úr fæðu er orkugjafi og uppspretta nauðsynlegra aminosýra fyrir vöxt og viðhald. Það sem síður er vitað er að þau útvega einnig lífvirk peptíð sem hafa jákvæð lífeðlisfræðileg áhrif á líkamann umfram hefðbundna næringarþörf (Korhonen og Pihlanto, 2005). Niðurstöður rannsókna á íslenskri kúamjólk eru mjög áhugaverðar. Þær benda til þess að próteinsamsetning íslensku kúamjólkurinnar geti skýrt lægri tíðni sykursýki á Íslandi en í öðrum löndum. Þetta er sennilega tilkomið vegna lífvirkra peptíða (Þórsdóttir o.fl., 2000).

Einnig bendir margt til þess að neysla á aminosýrum með greinóttum hliðarkeðjum (BCAAs) hafi jákvæð áhrif á vöðvauppbyggingu (Antonio o.fl., 2000) (sjá nánar í kafla 2.2.4.5. Prótein, peptíð og aminosýrur).

3.1.3 Vinnsloeiginleikar

Prótein í matvælum hafa heppilega vinnsloeiginleika þ.e. góða vatnsbindi-, olíubindieiginleika, seigju-, froðu-, ýru- og geleiginleika auk leysanleika (Kinsella, 1976). Virkir eiginleikar próteina eru tengdir eðlis-, efna- og lögunareiginleikum þeirra. Virka eiginleika má skilgreina sem eðlisfræðilega og efnafræðilega eiginleika sem hafa áhrif á hegðun próteina í matvælum við framleiðslu, geymslu, framreiðslu og neyslu

(Sathivel og Bechtel, 2006). Það sem hefur áhrif á virknieiginleika er uppruni próteinanna, framleiðslu- og umhverfisþættir. Dæmi um framleiðsluþætti er einangrun, útfelling, þurrkun eða afvötnun, þétting, breyting (ensímhvött, bösun, sýring, vatnsrof, efnafræðileg) og umhverfisþættir eru m.a. hitastig, sýrustig og jónastyrkur. Hvert prótein hefur mismunandi jafngildispunkt (rafhvarfspunkt) sem er háður uppruna og þannig breytist virkni próteina þegar hún er mæld við mismunandi sýrustig (Kinsella, 1976).

Drykkir sem innhalda aminosýrur gera það ekki í háum styrk. Þegar aminosýrur í lausn ná yfir ákveðið magn eru þær óstöðugar jafnvel við bestu kringumstæður og erfitt að geyma þær í langan tíma. Þær brotna niður (e.degrade) auðveldlega. Því getur viðvera aminosýra í miklu magni haft neikvæð áhrif á gæði (bragð, næringargildi o.fl.) vöru í vökvaformi. Þróun og framleiðsla á sportdrykkjum sem innhalda mikið af aminosýrum sem eiga að hafa jákvæð áhrif á heilsu, er því mikil ögrun fyrir framleiðendur (Maughan og Murray, 2001).

3.2 Lífvirkni próteina

Prótein, peptíð og aminosýrur úr mat virðast hafa lífeðlisfræðilega virkni þ.e. þau eru lífvirk. Skilgreiningin “lífvirk peptíð úr mat” nær yfir margar mismunandi gerðir peptíða af plöntu- eða dýrauppruna sem geta haft stjórnunarvirkni á kerfi mannsins umfram hefðbundið næringargildi. Slík peptíð eru til staðar í mjólk, eggjum, kjöti og fiski, af dýrauppruna og í t.d. soja og hveiti af plöntuuppruna (Hartmann og Meisel, 2007). Lífvirk peptíð eru óvirk innan raðar á foreldrapróteininu, en losna við ensímhvatt próteinrof hvort sem er í líkamanum eða við aðrar aðstæður t.d. við meltingu eða matvælavinnslu. Þegar þau eru frí hafa þau lífeðlisfræðileg áhrif á líkama með hormónakenndri virkni. Þannig hafa þessi peptíð möguleika á því að vera hluti af heilsuþætti næringarlyfjum í matvæla- og lyfjaiðnaði (Li o.fl., 2004). Virkni próteina er til komin vegna eðlislægrar aminosýruraðar og samsetningar og mörg peptíð hafa fjölvirka eiginleika. Mörg mjólkurprótein innihalda lífvirk efnasambönd sem losna við meltingu mjólkur í meltingarveginum, við gerjun á mjólk með próteinkljúfandi örverum eða með aðstoð próteinkljúfandi ensíma. Stærð virkrar runu er 2 – 20 aminosýruleifar. Mjólkurprótein eru mjög mikilvæg uppspretta lífvirkra peptíða og stöðugt er verið að

uppgötva fleiri lífvirk peptíðbrot í próteinum, hýdrólýsötum og gerjuðum afurðum. Á undanförunum árum hefur verðmæti próteina úr mat aukist með aukinni vitneskju um lífeðlisfræðilega virkni peptíða (Korhonen og Pihlanto, 2005).

Til er gríðarlegur fjöldi peptíða. Þau eru samsett úr 20 mismunandi amínósýrum sem geta raðast hvernig sem er. Því eru möguleikar til röðunar nánast óteljandi og hver röð hefur sína einstöku virkni. Ensím eru prótein og flest náttúruleg boðefni í líkamanum eru peptíð. Þess vegna er ekki að undra að lífeðlisfræðileg áhrif eru geysimikil og víðtæk.

3.2.1 Áhrif á heilsu

Nýlegar rannsóknir benda til þess að lífvirk peptíð hafi jákvæð áhrif á heilsu umfram hefðbundið næringargildi þ.e. veiti nauðsynlega orku og næringu (Hartmann og Meisel, 2007; Geirsdóttir, 2006b). Lífvirk peptíð geta haft lífeðlisfræðileg áhrif á virkni í meltingarvegi, hjarta- og æðakerfi, ónæmiskerfi og taugakerfi. Þau geta haft örveruhemjandi, andoxandi, blóðþynnandi (e. antithrombotic), blóðþrýstingslækkandi, kólesteróllækkandi og ónæmisstillandi virkni (Korhonen og Pihlanto, 2005) sem og haft áhrif á ensím í efnaskiptum við niðurbrot fitu í líkamanum (Geirsdóttir, 2006b). Auk þess hvetja þau upptöku og lífvirkni steinefna í meltingarkerfinu. Sum peptíð virka á fleiri en einn hátt (Hartmann og Meisel, 2007). Lífvirk efnasambönd leidd af mysupróteinum hafa talsvert verið rannsökuð með dýratilraunum og tilraunum á vefjum. Niðurstöður þeirra rannsókna benda til þess að lífvirk mysupeptíð geti stillt fitusöfnun, bætt ónæmiskerfið og hafi andoxunarvirkni (Ha og Zemel, 2003). Fyrsta umfjöllun um ágæti lífvirkra peptíða á heilsu var gefin út árið 1950 af Mellander sem stakk upp á því að fosfórpeptíð úr mjólkurpróteininu kaseini (e. caseinphosphopeptides, CPPs) auki kölkun beint óháð D-vítamíni (Mellander, 1950).

3.2.1.1 Hjarta- og æðakerfið

Jákvæð áhrif lífvirkra peptíða á hjarta- og æðakerfið stafar af andoxunarvirkni, virkni gegn blóðtappamyndun og háþrýstings- og kólesteróllækkandi eiginleikum þeirra (Hartmann og Meisel, 2007).

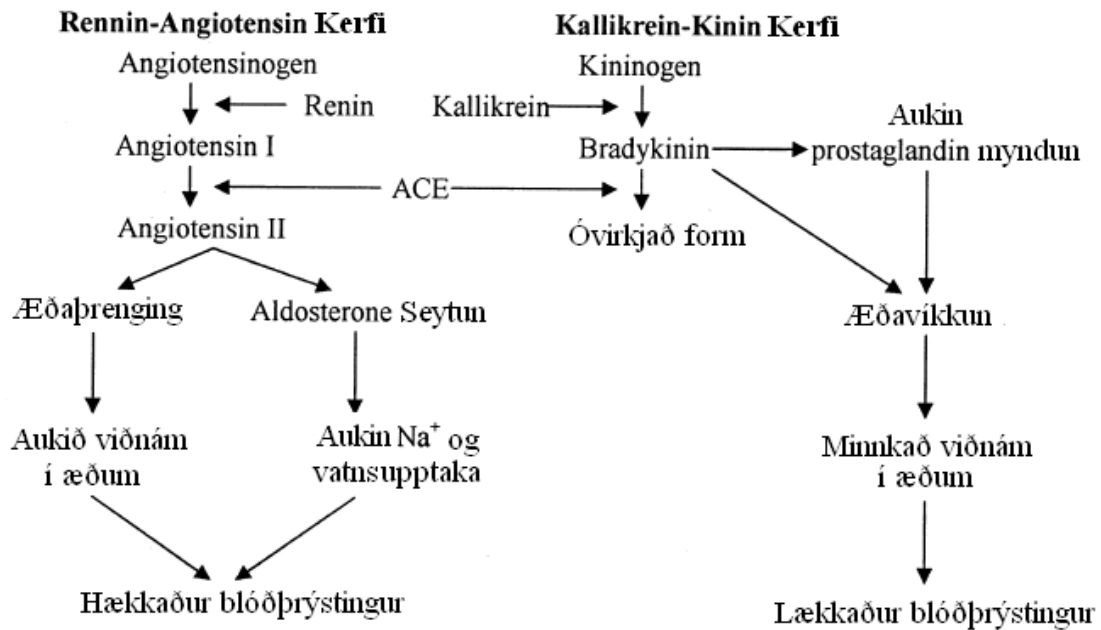
Af lífvirkum peptíðum hafa þau sem eru ACE (angiotensin-converting-enzyme)-hamlandi mest verið rannsökuð. Þau lækka háþrýsting en hafa ekki áhrif á eðlilegan blóðþrýsting (Korhonen og Pihlanto, 2005). Lífvirk peptíð geta líka lækkað háþrýsting í gegnum önnur kerfi. Dæmi um það eru hömlun á losun endóþelíns-1 frá þekjufrumum og bót á nituroxíðframleiðslu þekjufrumna (Korhonen og Pihlanto, 2005). Endóþelín og nituroxíð eru efni sem virka staðbundið á æðarnar. Endóþelín hefur æðapregjandi áhrif og nituroxíð hefur æðavíkkandi áhrif (Silverthorn, 2007). Æðavíkkun getur líka átt sér stað vegna bindingar lífvirkra peptíða við ópíóíð-viðtaka. Fjallað verður nánar um ópíóíð í kafla 3.2.1.2. Þá eru lífvirk peptíð sem vinna gegn viðloðun blóðflagna þekkt (Korhonen og Pihlanto, 2005).

Eins og fyrr segir stuðla margar gerðir próteina að lækkun á kólesteróli í blóði eins og sojaprótein. Aðalástæðan er að peptíðin bindast gallsýrum í meltingarvegi og koma þannig í veg fyrir endurupptöku. Einnig valda sum peptíð aukinni tjáningu LDL-viðtaka sem taka upp kólesteról og aukinni kólesteról- og gallmyndun. Þrátt fyrir að þessi prótein stuðli að aukinni kólesterólmyndun er lokaniðurstaða ferilsins minnkun á kólesteróli í blóðvökva (Wergedahl o.fl., 2004). Mikið magn af kólesteróli í blóði er áhættuþáttur fyrir hjarta-og æðasjúkdóma og getur valdið myndun blóðtappa (WHO, 2003).

Sum lífvirk peptíð hafa mjög sterka andoxunarvirkni (Guerard, 2006). Rannsóknir hafa sýnt að peptíð með andoxunarvirkni geta losnað frá kaseini við ensímatískt vatnsrof og gerjun. Þessi peptíð geta komið í veg fyrir eyðileggingu af völdum sindurefna og hamlað ensímatískri og óensímatískri fituoxun þ.e. peroxíðmyndun. Í framtíðinni eru möguleikar á að slík andoxunarpeptíð verði notuð á öðrum sviðum t.d. til að koma í veg fyrir oxun í fituríkum matvælum, snyrtivörum og lyfjum. Enn sem komið er vantar fleiri rannsóknir á heilsuþætingu andoxunarpeptíða (Korhonen og Pihlanto, 2005). Fræðilega geta lífvirk peptíð verið fyrirbyggjandi fyrir hjarta- og æðasjúkdóma auk krabbameina vegna andoxunareiginleika sinna.

3.2.1.1.1 Rennín-Angíótensín Kerfið (RAK)

Lífvirk peptíð geta dregið úr háþrýstingi í gegnum rennín-angíótensín kerfið (RAK) með því að hamla virkni ACE-ensíms (Korhonen og Pihlanto, 2005). Slík prótein hafa verið einangruð með ensímhvöttu vatnsrofi úr mörgum matarpróteinum t.d. mysu, kaseini, glúteni, fiskvöðvapróteini, hænueggjum, svína- og kjúklingavöðva, nautakjöti, nýrnabaunum, þörungum, sveppum, hvítlauk og sojabauunum (Þórhallson o.fl., 2007). Mörg sýna ACE-hömlun í tilraunum gerðum bæði *in vitro* og *in vivo* í rottum með háþrýsting. Nokkrar gerðir ACE-hamlandi peptíða hafa verið prófaðar á mönnum og gefið góða raun (Vercruysse o.fl., 2005). Ein mesta blóðþrýstingslækkandi verkunin sem hefur náðst í mönnum með neyslu markfæðis er með gerjuðum mjólkuvörum (Þórhallsson o.fl., 2007). Háþrýstingur er mikill áhættuþáttur fyrir hjarta- og æðasjúkdóma (Li o.fl., 2004; WHO, 2003). RAK stjórnar blóðþrýstingi og salt- og vökvajafnvægi í líkama spendýra og lifur í spendýrum seytir stöðugt óvirka plasmapróteininu angíótensínvaka. Próteinklúfurinn renín sem er seytt af frumum í nýrunum einkum þegar þær skynja lækkaðan blóðþrýsting, breytir angíótensínvaka í peptíðið angíótensín I (ANG I). ANG I brotnar niður í angíótensín II (ANG II) fyrir tilstuðlan ensímsins angíótensín-breytiensíms (e. angiotensin-converting-enzyme, ACE) sem er hluti af æðapekju. ANG II hefur víðfeðm áhrif sem leiða öll til hækkunar á blóðþrýstingi (sjá mynd 10). Það veldur auknum æðasamdrætti og þar með auknu viðnámi æða. Þá eykur ANG II seytingu á aldósteróni úr nýrnahettuberki sem leiðir aftur til aukinnar upptöku salts þannig að vatnsmagn eykst og osmósubéttni viðhelst. Við það sendir ANG II boð til heila um þorstatilfinningu sem getur leitt til aukinnar til vökvainntöku. Aukið vökvamagn eykur viðnám í æðum og hækkar þar með einnig blóðþrýsting.



Mynd 10 Hlutverk ACE í blóðþrýstingsstjórnun (Li o.fl., 2004).

Hömlun á ACE-virkni kemur í veg fyrir að ANG I brotni niður í ANG II. Minna af ANG II hjálpar æðum að slaka á, minnkar aldesterónseytingu og saltupptöku, og minnkar að lokum rúmmál blóðvökva sem leiðir til lækkunar á blóðþrýstingi. Blóðþrýstingslækkandi lyf sem hafa þessa verkun eru mikið notuð og nú eru lífvirk peptíð með þessa verkun (sem þó hafa vægari áhrif) verið mikið í deiglu. Til þess að þessi blóðþrýstingslækkandi áhrif geti orðið eftir inntöku slíkra peptíða þurfa peptíðin að ná til hjarta- og æðakerfisins á virku formi. Þess vegna þurfa þau að viðhalda virkni sinni meðan á meltingu stendur og flytjast gegnum þarmavegginn inn í blóðið. Hæfileika peptíða til þessa má meta sem lífgildi. Peptíð sem innihalda (hydroxý)prólinamínósýruleif geta almennt varist niðurbroti af völdum meltingarensíma. Lífvirkni eftir upptöku er í öfugu hlutfalli við lengd keðju (Vermeirssen o.fl., 2004).

Annað hlutverk ACE er að óvirkja boðefnið bradykinín (sjá mynd 10). Bradykinín er peptíð sem hefur staðbundin æðavíkkandi áhrif (Silverthorn, 2007). Það er bólguboðefni sem hefur hlutverk í ónæmisviðbrögðum. Það, ásamt öðrum ensímum, sem eru hluti af kínínkerfinu (ensím-flæði), veldur auknu gegndræpi æða og eykur um leið innflæði plasmapróteina í æðar sem hafa skaddast. Þetta veldur sársauka sem dregur

athygli þolanda að sárinu og veldur lömum á skaddaða svæðinu sem aftur hamlar dreifingu á sýkingu (Janeway o.fl., 2005). Þegar ACE er hamlað með lyfjainntöku hækkar styrkur bradykiníns og getur það valdið þurrum hörðum hósta (Silverthorn, 2007). Einnig eru aukaverkanir þessara lyfja bragðtruflanir, húðútbrot, kalíumlækkun, minnkuð nýrnastarfsemi og ofnæmisviðbrögð. Af þessum orsökum, hafa vísindamenn mikinn áhuga á náttúrulegum efnum með ACE-hindrandi eiginleika sem hafa minni aukaverkanir (Þórhallsson o.fl., 2007). Lífvirk peptíð eru heilsusamlegri og náttúrulegri lausn en ACE-lyf við háþrýstingi (Li o.fl., 2004). Þeir kostir sem blóðþrýstingslækkandi peptíð hafa umfram blóðþrýstingslækkandi lyf úr fæðu eru að þau eru ódýr, náttúruleg og örugg samkvæmt upplifun neytandans. Ætlunin er þó ekki að þau komi í stað lyfja með ACE-hindrunum heldur hugsanlega að þau fyrirbyggi háþrýsting og verði notuð við upphafsmeðferð hjá fólki með vægan háþrýsting. Á Íslandi er á markaði mjólkurdrykkurinn LH frá MS hannaður eftir erlendri fyrirmynd (Japan og Finnland) og eru í honum lífvirk peptíð með blóðþrýstingslækkandi áhrif (Þórhallsson o.fl., 2007).



Mynd 11 LH mjólkurdrykkur (Mjólkursamsalan).

3.2.1.2 Taugakerfið

Jákvæð áhrif lífvirkra peptíða á taugakerfið stafa af ópíóíð-virkni (Hartmann og Meisel, 2007) og hugsanlega af hæfileikum þeirra til að koma reglu á taugaboðefnaframleiðslu.

Ópíóíð eru efni sem að hafa svipaða verkun á líkamann og morfín og eru gjarnan notuð sem lyf. Þau eru öflugir verkjastíllarar sem hafa þó oft neikvæðar aukaverkanir s.s. ógleði og kláða. Peptíð með ópíóíð-virkni eru ópíóíð-viðtaka-bindlar þ.e. þau bindast svokölluðum ópíóíð-viðtökum sem eru víða í líkamanum. Þau hafa vöðvaslakandi

(agonistic) eða andstæð (antagonist) áhrif þ.e. vöðvaspennandi. Viðtakarnir eru staðsettir í tauga-, innkirtla-, meltingar- og ónæmiskerfunum. Þeir bindast ópíóíð-efnum sem koma bæði að innan og utan (Korhonen og Pihlanto, 2005). Peptíð með vöðvaspennandi ópíóíð-virkni (e. antagonistic peptides) finnast víða í matvælum og eru vel þekkt þar (Hartmann og Meisel, 2007).

Ópíóíð efni eru mikið notuð til að lina þjáningar hjá fólki á lokastigi krónískra sjúkdóma eins og krabbameina en einnig í minni skömmtum sem verkjatöflur fyrir smáverki. Þá eru vöðvaspennandi ópíóíð-efni notuð til að vinna gegn áfengisfíkn og margt bendir til þess að ópíóíðpeptíð gegni hlutverki í stjórnun matarlystar (Yeomans og Gray, 2002). Sum þessara peptíða hafa sýnt virkni gegn streitu og kvíða (Korhonen og Pihlanto, 2005).

Slæmar aukarverkanir af ópíóíðlyfjum er ávani, fíkn, minna þol, öndunarslæving, blóðþrýstingshækkun, minnkaðar þarmahreyfingar, harðlífi og uppköst og því standa rannsóknir yfir í þá átt að finna sérhæfðari ópíóíð lyf (Lyfjabókin, 2007). Forvitnilegt er að vita hvernig lífvirk peptíð væru í samanburði og hvort þau gætu haft væg jákvæð ópíóíðáhrif þó að þau myndu ekki geta komið í staðinn fyrir lyfin.

3.2.1.2.1 Greinóttar amínósýrur

Þótt skortur sé á sönnunum um að viðbót amínósýra í sportdrykki auki árangur í íþróttum, er það fræðilega rétt að neysla á amínósýrum með greinakeðjur (e. branched-chain amino acid, BCAA) þ.e. levsín, ísolevsín og valín, bæti frammistöðu íþróttamanna. Aukinn styrkur þessara amínósýra í blóðvökva kemur reglu á framleiðslu á taugaboðefninu serótónín og minnkar með því upptöku á amínósýrunni tryptófan sem er forveri á taugaboðefnisins (Maughan og Murray, 2001). Seyting serótóníns hefur áhrif á skapferli og almenna virkni eða örvun. Það stýrir áti og svefni og gegnir hlutverki í skynjun sársauka. Hjá mörgum spendýrum er of lítið magn serótóníns tengt fljótfærni og árásargirni. Þunglyndi, kvíði og árattu-og þráhyggjuröskun eru tengd við óreglu á serótónínvirkni. Talið er að þunglyndir hafi færri og/eða ónæmari serótónínviðtaka og því minni virkni serótóníns. Til að meðhöndla þunglyndi eru því oft gefin lyf sem auka áhrif serótóníns í heilanum. Lyf sem auka serótónínvirkni geta líka dregið úr matarlyst

og eru því stundum gefin fólki sem stríðir við offitu (Carlson, 2001; Nolen-Hoeksema, 2004). Ef haldbærar sannanir fengjust fyrir því að BCAA kæmi reglu á serótóninjavnvægi líkamans og að þær hefðu svipuð áhrif og lyf sem auka serótóninvirkni mætti markaðsetja markfæði sem inniheldur BCAA sem megrunarfæði, lækningafæði eða annars konar heilsuvöru. Mysuprótein innihalda hátt hlutfall af BCAA (Ha og Zemel, 2003) og einnig fiskvöðvaprótein, prótein úr nautakjöti og eggjaprótein (sjá töflu 6) (Huss, 1995).

Tilraunir gerðar á fólki sýndu að fólk sem borðaði BCAA gat hjólað í marktækt lengri tíma en viðmið sem fengu lyfleysulausn eða maltodextrín. Lífeðlisfræðileg skýring á því er ekki til og það vantar fleiri rannsóknir til að styðja þessa tilgátu (Maughan, 2001).

BCAA hafa sérstakt hlutverk í köfnunarefnisefnaskiptum líkamans, bæði í föstu við að útvega heilanum orku og eftir máltíð þegar BCAA eru nýtt af vöðvum sem mikilvægur orku- og niturgjafi. BCAA eru ekki aðeins forverar fyrir efnaferli heldur einnig mikilvægir lífefnafræðilegir stillar t.d. hefur fæðubótarefni með levsíni hvetjandi áhrif á seytingu insúlíns úr brisi en það hefur jákvæð áhrif á próteinmyndun (Lal og Chugh, 1995).

3.2.1.3 Ónæmiskerfið

Jákvæð áhrif lífvirkra peptíða á ónæmiskerfið stafa af ónæmisstillandi áhrifum, áhrifum gegn sýklum og einnig verkunum ópíóíðkerfisins eins og hjá taugakerfinu (Hartmann og Meisel, 2007). Ýmis lífvirk peptíð geta hvatt ónæmisfrumuvirkni þ.e. eartilfrumfjölgun, mótefnamyndun og boðefnastjórnun í ósérhæfða og sérhæfða ónæmiskerfinu. Ýmis mjólkurpeptíð virðast stilla fjölgun eartilfruma til að minnka framleiðslu ákveðinna boðefna og hvetja frumuát átfrumna. Peptíð hafa fundist í vatnsrofnum mjólkurpróteinum sem vinna gegn þráðsveppum, geri og mörgum gram⁺ og gram⁻ bakteríum t.d. *Escherichia*, *Helicobacter*, *Listeria*, *Salmonella* og *Staphylococcus*. Einnig hafa mælst verndandi áhrif ónæmispeptíða úr kaseini á mýs gegn *Klebsiella pneumoniae*. Rof á hefðbundnu himnugegndræpi er að hluta til ástæðan fyrir virkni gegn

sýklum. Eftir er að finna út mikilvægi þessara peptíða en einn nýtingarmöguleiki þeirra gæti falist í því að auka öryggi matvæla.

Einnig eru uppi tilgátur þess efnis að ónæmispeptíð dragi úr ofnæmisviðbrögðum í ofnæmi í húð (e.atopic) manna og auki slímhúðarþol í meltingarvegi. Með þessum hætti geta ónæmispeptíð stillt þroskun á ónæmiskerfi nýfæddra barna og gætu hentað vel í ungbarnablöndur. Að auki virðast ónæmispeptíð hafa áhrif gegn æxlisvexti þ.e. hamla vexti krabbameinsfrumna (Korhonen og Pihlanto, 2005).

Amínósýran glútamín er eldsneyti fyrir ónæmisfrumur t.d. eitifrumur. Við langvinna áreynslu hrapar styrkur glútamíns í blóðvökva og veldur fækkun á eitifrumum. Fræðilega gæti því neysla glútamíns styrkt ónæmiskerfið með því að sporna við fækkun eitifrumna. Það vantar rannsóknir til að styðja þessa kenningu (Maughan og Murray, 2001).

3.2.1.4 Meltingarkerfið

Jákvæð áhrif lífvirkra peptíða á meltingarkerfið stafa af steinefnabindandi áhrifum, áhrifum gegn sýklum og einnig verkun í gegnum ópíóíðkerfið eins og í taugakerfinu og ónæmiskerfinu (Hartmann og Meisel, 2007). Prótein og peptíð í fæðunni hafa hlutverk í meltingarvegi áður en þau sundrast að fullu í amínósýrur. Talið er að þau komi að stillingu meltingarensíma og næringarupptöku í meltingarvegi. Vitað er um lífvirk peptíð (glycomacropptide GMP) sem hamla magaseytingu og hægja á hreyfingu maga og hvetja losun á kólekestókiníni (e: cholecystokinín, CKK) sem er sedduhormón tengt stjórnun á matarinntöku og meltingu í skeifugörm hjá dýrum og mönnum. Þau virka með því að bindast viðtökum í þörmum. Lífvirk peptíð hafa þannig áhrif á matarlyst og þyngdarstjórnun (Korhonen og Pihlanto, 2005).

Peptíð með ópíóíð-virkni hafa jákvæð áhrif á stýringu á meltingu og geta aukið heildar vatns- og rafkleyfa- (electrolytes) upptöku (sem útskýrir minni seytingu frá maga). Þau draga úr hraða garnaflutnings vegna áhrifa sem þau hafa á slétta vöðva þ.e. þau valda minni samdrætti. Þá virka þau gegn niðurgangi en geta valdið hægðartregðu (Hartmann og Meisel, 2007). Peptíð með vöðvaspennandi-ópíóíðvirkni geta hins vegar

unnið gegn hægðatregðu og fleiri heilsukvillum. Þau eru mikið notuð við afeitrun ef um eitrun af völdum vöðvaslakandi ópíóíðefna er að ræða (Choi og Billings, 2002).

Fyrstu tilgátur um ágæti peptíða sem komu fram árið 1950 beindust að því að þau gætu haft jákvæð áhrif á beinþéttni. Kenningin hljóðaði þannig að peptíð úr kaseini (CPPs) myndaði leysanleg lífræn fosfatsölt sem leiða til aukinnar kalkupptöku með því að takmarka útfellingu kalks yst í dausgörn (e. distal ileum). Peptíð sem geta bundið og leyst upp steinefni og aukið þannig möguleika lífvera á að nýta næringarefni (e.bioavailability), hafa þ.a.l. lífeðlisfræðilega jákvæð áhrif gegn beinþynningu, tannskemmdum, háþrýstingi og blóðleysi. Áhrif lífvirkra peptíða úr kaseini gegn tannskemmdum eru vel þekkt og hefur verið sýnt fram á þau bæði með tilraunum á dýrum og mönnum. Þau auka kalkmyndun í glerungi. Aðrar gerðir peptíða úr mjólkurpróteinum vinna gegn viðloðun og vexti bakteríu í slímhúð í munni. Tannvörur sem innihalda slík peptíð hafa verið markaðsettar (Korhonen og Pihlanto, 2005) t.d. *OrALoe* munnskiol frá Aluwe (<http://www.aluwe.com/products.html#skinsoclear>).

Enn er skortur á fljótvirkum, skilvirkum og ódýrum aðferðum til að mæla mismunandi lífvirkni peptíða. Dýrar og tímafrekar mæliaðferðir eru fyrirstaða fyrir þennan annars mjög spennandi hóp efna sem hafa mikla möguleika á heilsuvörumarkaði (Geirsdóttir, 2006b).

3.2.2 Framleiðsla á lífvirkum peptíðum

Lífvirk peptíð má framleiða með eftirfarandi aðferðum:

- 1) vatnsrofi próteina fyrir tilstuðlan meltingarensíma,
- 2) gerjun mjólkur með próteinkljúfandi örverurækt eða
- 3) próteinrofi með ensínum úr örverum eða plöntum.

Í mörgum tilraunum hefur sameining þessara aðferða reynst árangursrík til að fá fram stutt virk peptíð. Algengasta aðferðin er ensímhvatt vatnsrof á heilum próteinsameindum. Þá eru náttúrulegu meltingarensímin trypsín og pepsín oft notuð til að rjúfa próteinin (Korhonen og Pihlanto, 2005) og hitun er er síðan beitt til að óvirkja

ensímin. Þá er einnig notast við efnafræðilegar aðferðir sem ganga út á að breyta sýrustigi og hitastigi (Kristinsson og Rasco, 2000a).

Aðalástæðan fyrir því að lífvirk peptíð hafa ekki verið framleidd er skortur á aðferðum til að framleiða þau fyrir iðnaðinn (Korhonen og Pihlanto, 2005; Kristinsson, 2007). Einnig hefur vinnsla á próteinum oft slæm áhrif á bragðgæði þeirra þ.e. beiskt bragð kemur fram, þó að góðir tæknilegir eiginleikar þess haldist. Sú aðferð sem notuð er við að einangra prótein hefur bein áhrif á þetta (Kristinsson og Rasco, 2000b). Nánar verður fjallað um framleiðslu á lífvirkum peptíðum unnum úr fiski síðar (í kafla 3.3.1.1.1.)

3.3 Fiskvöðvaprótein

Rannsóknir benda til þess að fólk sem borðar fisk a.m.k. tvisvar í viku sé í minni hættu á að fá hjarta- og æðasjúkdóma en þeir sem borða fisk sjaldan. Í Ráðleggingum Lýðheilsustöðvar um mataræði og næringarefni fyrir fullorðna og börn frá tveggja ára aldri er mælt með því að neyta fisks a.m.k. tvisvar í viku (Lýðheilsustöð, 2006). Næringarfræðilegur kostur þess að neyta fisks tengist nýtingunni á próteini með hátt lífgildi, auk þess sem ákveðin steinefni og vítamín eru í fiski og fiskolíu (Sidhu, 2003).

Fiskmeti inniheldur nokkur vítamín, einkum fituleysanlegu vítamínin, A, D og E auk B1, B2 og fólásín (sjá töflu 7), og t.d. steinefnin kalk, natríum, kalíum og járn (sjá töflu 8). Sum fiskvöðvaprótein og vatnsrofin fiskvöðvaprótein hafa auk góðra virknieiginleika (vinnslueiginleika) jákvæð heilsusamleg áhrif, meðal annars getu til að lækka blóðþrýsting, minnka líkur á sykursýki af gerð II og bæta sykurþol og insúlínæmni (Rustad, 2007). Sýnt hefur verið fram á með dýratilraunum að fiskvöðvaprótein virðast geta hindrað offitutengt insúlínónæmi í vöðva sem getur valdið sykursýki af gerð II (Ravallec o.fl., 2001). Einnig hefur verið sýnt fram á blóðþrýstingslækkandi áhrif fiskvöðvapróteina (Geirsdóttir, 2006b).

Tafla 7 Vítamín í fiski og fiskafurðum (Reykdal, 1998).

Fiskur og fiskafurðir	A µg	D µg	E mg	B1 mg	B2 mg	Fólasín µg
Ýsuflak	2	*	0,50	0,03	0,04	13
Síld, marineruð	10	11,5	0,61	0,04	0,30	*
Lax	13	7,5	2,02	0,14	0,22	26
Rækja á skeljar	1	3,5	5,30	0,02	0,02	20
Þorskhrogn	30	2,5	10	0,37	0,50	22
Þorskalýsi	30.000	250	30	0	0	0

* = upplýsingar liggja ekki fyrir

Tafla 8 Steinefni í fiski og fiskafurðum (Reykdal, 1998).

Fiskur og fiskafurðir	Kalk mg	Natríum mg	Kalíum mg	Járn mg
Ýsuflak	24	75	419	0,60
Lax	8	63	480	0,40
Rækja án skeljar	61	600	239	0,66
Þorskhrogn	6	130	260	1,50
Þorskalýsi	1	0	0	0,07

3.3.1 Vatnsrofin fiskvöðvaprótein (FPH)

Áhugi á vatnsrofnum fiskvöðvapróteinum (e. fish protein hydrolysates, FPH) vaknaði á sjöunda áratugi síðustu aldar, þegar rannsóknir beindust aðallega að notkun fiskvöðvapróteina til dýrafóðurs, bragðefna eða iðnaðar en ekki sem matur fyrir fólk. Undanfarin ár hefur áhugi á FPH sem fæðu fyrir fólk vaknað (Abdul-Hamid o.fl., 2002). Enn sem komið er eru þau einkum nýtt í bragðefnaframleiðslu en mælingar á lífvirkni ýmissa FPH benda til að þau gætu hentað vel í heilsuvörur.

3.3.1.1 Heilsubót

Rannsóknir benda til þess að peptíð úr sjávarfangi hafi lífvirkni sem gerir þau mjög spennandi til notkunar í matvæli ætluð til að hafa jákvæð áhrif á neytendur

(Geirsdóttir, 2006b). Mörg vatnsrofin fiskvöðvaprótein hafa sýnt mismunandi gerðir af lífvirkni eins og andoxunarvirkni, ónæmisstillingu, lækkun háþrýstings, vinnu gegn krabbameinsmyndun og blóðtappamyndun í *in vitro* tilraunum (Kim og Mendis, 2006).

Vatnsrofin sardínuprótein hafa verið notuð sem innihaldsefni fæðubótarefna og markfæðis í Japan t.d. í grænmetissafa. Vatnsrofin prótein úr öðrum matvælum en sjávarfangi eins og soja og mysu hafa sömu áhrif í mun stærri skömmtum (Rustad, 2007). Rannsóknir sem gerðar voru á síðasta áratug 20. aldar, bæði *in vivo* og *in vitro* (bæði á dýrum og mönnum), á vatnsrofnum og þurrkuðum túnfiskpeptíðum sýndu að þau lækka slagþrýsting hjartans (Fujita o.fl., 1995). Tilgátur liggja fyrir þess efnis að auk ACE-hamlandi virkni hafi peptíðin bein áhrif á mjúka æðavöðvana (Kouna o.fl., 2005).

Meðal fisktegunda sem hafa ACE-hamlandi FPH má nefna þorsk, túnfisk, rækju, lax og gerjaðar ostrur, makríl og surimi (Þorkelsson o.fl., 2007). Vatnsrofin prótein úr öðrum matvælum en sjávarfangi, s.s. úr soja og mysu, minnka háþrýsting. Þó virðist þurfa minna magn af vatnsrofnum próteinum úr sjávarfangi til að fá samsvarandi virkni og vatnsrofin prótein úr mysu og soja (Sathivel og Bechtel, 2006). Líkt og vatnsrofin soja- og mjólkurprótein hafa FPH kólesteróllækkandi áhrif í blóði. Niðurstöður rannsókna Wergedahl o.fl.(2004) á samanburði próteina með þessi áhrif á rottur benda til þess að áhrif FPH og vatnsrofinna sojapróteina (sem eru þó lík að mörgu leyti) hlíti öðru lífeðlisfræðilegu kerfi. Munurinn liggur í því að FPH dregur úr kólesterólinu með því að minnka virkni ensímsins ACAT, en vatnsrofin sojaprótein með því að hafa áhrif á seytingu saurgallsýru (sjá nánar kafla 3). Virkni ensímisins ACAT getur aukið hættu á æðakölkun. Hlutverk þess er að hvetja hvarfið þar sem fitu acyl-CoA er esterað með kólesteróli. Kólesterólaðir esterar geta síðan verið geymdir í frymi sem fitudropar eða þeim verið seytt sem hluta af VLDL (very low density lipoprotein) ásamt fríu kólesteróli. Á þann hátt leikur ACAT stórt hlutverk í seytingu VLDL og leiðir til þyrpingamyndunar á kólesteróluðum esterum. Þetta getur valdið samsöfnun á blóðfitu og þ.a.l. leitt til æðakölkunar. FPH hamlar virkni ACAT og getur þannig dregið úr hættu á hjarta- og æðasjúkdómum. Wergedahl nefnir FPH sem “hjartaverndandi næringarefni” (Wergedahl o.fl., 2004).

FPH geta haft sterka andoxunarvirkni sem getur leitt til jákvæðra áhrifa á króníska sjúkdóma (Nagai o.fl., 2007) (sjá nánar kafla 3.2.1.1.). Einnig hefur verið sýnt fram á að

sum FPH geta haft ónæmisstyrkjandi áhrif t.d. hvetur peptíðbrot úr þorski yfiroxíðmyndun (e.super-oxide) í átfrumum í laxi (Gildberg o.fl., 1996). Yfir-oxíð eru súrefnisafleiður sem átfruma myndar til að drepa sýkla. Aukaverkanir af þessum súrefnisafleiðum eru oxunarskemmdir í vefjum (Janeway o.fl., 2005). Fræðilega ættu FPH líka að geta unnið gegn þeim vegna andoxunarvirkni sinna. Tilraunir hafa sýnt að fæðubótarefni úr þorski bæta ónæmiskerfi gegn bakteríum í seiðum (Pedersen o.fl., 2004). Nú er á markaði fæðubótarefnið Seacure® sem er markaðsett sem styrkjandi fyrir ósérhæfða ónæmiskerfið (m.a. slímhúðina), framleidd úr gerjuðum fiskvöðvapróteinum. *In vivo* tilraunir hafa sýnt þessa virkni (Duarte o.fl., 2006).



Mynd 12 Seacure Protein (Seacure®).

Sumar gerðir FPH, t.d. úr sardínunum, geta fræðilega haft áhrif á matarinntöku þ.e. seddu og hungur. Í sardínunum líkjast þau taugapeptíði sem kallast CGRP (calcitonin gene-related peptide) sem hefur áhrif á matarinntöku með því seyta magasýru (Þorkelsson o.fl., 2007). Magasýru er seytt í maganum og hún brýtur niður ýmis efni þar við meltingu (Silverthorn, 2007). Hormónin gastrín og CCK (cholecystokinin) stjórna líka náttúrulegri seytingu magasýru þ.e. gastrín hvetur hana en CCK hamlar henni. Þannig eyðir seyting gastríns til hungurs en CCKs til seddu. Skimað hefur verið fyrir hvort FPH innihaldi CGRP-, gastrín- eða CCK-lík efni og niðurstöður benda til þess að svo sé í sumum tegundum (Þorkelsson o.fl., 2007).

Rannsókn sem var gerð á of þungum rottum sýndi að fiskvöðvaprótein virtist hindra offitutengt insúlínónæmi sem er áhættuþáttur fyrir sykursýki af gerð II. Þessi áhrif var ekki að sjá á rottum sem fengu soja- eða mysuprótein. Lífeðlisfræðilega kerfið sem

fiskvöðvaprótein vinna eftir til að fá fram þessi áhrif er óþekkt en talið er að verkunina megi rekja til lífvirkra peptíða í fiskvöðvapróteininu. Þessar niðurstöður eru mjög hvetjandi fyrir fiskvöðvaprótein á markfæðismarkaði. Einnig var önnur rannsókn framkvæmd á rottum með háþrýsting og sýndi hún að blóðþrýstingurinn lækkaði marktækt meira hjá þeim rottum sem átu fiskvöðvapróteina en þeim sem átu mjólkurprótein. Enn er þó ekki búið að sýna fram á með rannsóknum að þessi áhrif komi eins fram hjá mönnum og dýrum (Geirsdóttir, 2006b).

3.3.1.1.1 Framleiðsla og vinnsla

Fyrir mörgum áratugum var uppgötvað að draga mætti út og endurheimta (e.recover) prótein úr annars vannýttu sjávarfangi með því að bæta í það ensímum auk beitingar annarra vinnsluaðferða eins og síunar og skilvindunar. Viðbót próteinkljúfandi ensíma leiðir til vatnsrofs á próteinunum í þessum efniviði sem getur þá verið aðskilinn frá afganginum af vöðvanum. Með þessari aðferð er framleitt það sem við köllum vatnsrofin fiskvöðvaprótein (FPH). Margar tilraunir sýna að með stýrðu ensímatísku vatnsrofi er hægt að framleiða alls kyns hágæða próteinafurðir úr annars vannýttum og óeftirsóknaverðum hráum efniviði (Kristinsson, 2007). Ensímhvatt vatnsrof breytir vinnslueiginleikum fiskvöðvapróteina. Hitun er notuð til að stýra (virkja og stöðva) ensímhvatt hvarf og til að þurrka FPH. FPH eru yfirleitt þurrkuð í duftform til að auðvelda meðhöndlun og bæta stöðugleika afurðarinnar. Þurrkunin getur þó haft skaðleg áhrif á vinnslueiginleika og næringargildi FPH vegna eðlissviptingar próteinanna og því er mikilvægt að hún sé vel stýrð (Kinsella, 1976). Úðapurrkun er í dag ein algengasta aðferðin til að breyta lífefnum í duft. Abdul-Hamid o.fl. (2002) gerðu tilraun um úðapurrkun FPH úr fisktegund sem nefnist svört tilapía (e.Black Tilapia). Í ljós kom að því hærra hitastig sem að úðapurrkunin átti sér stað við, því minna varð eftir af öllum gerðum amínósýrna. Samt sem áður töldu þeir gæðin, þ.e. bragð, útlit og virkni, ennþá vera mikil (Abdul-Hamid o.fl., 2002). Úðapurrkun er talin góð og mild leið til þurrkunar og varðveitir hún ýmsa virknieiginleika í afurðum. Tromluþurrkun getur hins vegar stuðlað að tapi á leysanleika (Þorkelsson o.fl., 2007). Šližyté o.fl. (2005) bjuggu til FPH úr mismunandi aukahráefni úr þorski og skráðu mismun á eiginleikum eftir eðli hráefnisins. Þau frostþurrkuðu síðan FPH og úr varð ljósgult duft með háu hlutfalli af

próteini og voru gerðar tilraunir með þann efnivið. Þau komust að því að viðbót vatns fyrir vatnsrof var mikilvægari þáttur en tegund ensíms sem notað var m.t.t. nýtingar, lífefna- og virknieiginleika FPH (Šližyté o.fl., 2005).

Að mörgu þarf að huga til þess að búa til markaðshæfar vörur sem innihalda FPH. Í því sambandi má nefna hvernig megi ná fram æskilegri áferð og bragði samhliða því að viðhalda lífvirkninni í gegnum vinnsluferla og geymslu svo að heilsubætandi eiginleikar vörunnar skili sér til neytenda. Eitt af því sem hefur hamlað nýtingu á FPH (sem og öðrum vatnsrofnum próteinum) er að bragðið er oft mjög beiskt og því óaðlaðandi fyrir neytendur. Til þess að draga úr beiskjunni er hægt að minnka styrkinn á FPH en það getur aftur komið niður á virkni þeirra. Aðrar leiðir sem farnar hafa verið eru m.a. möskun (öðrum bragðefnum og/eða sterkju bætt við til að kæfa beiska bragðið) og þróun á sérhæfðum ensímum sem klúfa próteinkeðurnar á þann hátt að beiska bragðið kemur lítið/ekkert fram. Dæmi um þetta er PeptoPro ensímið sem brýtur niður kasein (einkaleyfi WO2005027953, EP1663298) (PeptoPro®).

Þær hindranir sem aðferðin “ensímatískt vatnsrof” stendur frammi fyrir eru af efnahagslegum og hagfræðilegum toga. Þá er vöntun á nýtingarmöguleikum og algengt er að lokaafurð skilar ekki æskilegum gæðum FPH. Þetta stafar að hluta til af lélegu hráefni. Samt hefur sumum löndum og fyrirtækjum gengið vel að framleiða FPH fyrir iðnað. Lykillinn að því er að geta framleitt FPH með mismunandi eiginleika úr sama hráefninu (Kristinsson, 2007).

3.3.1.2 Frekari hagnýting

Prótein dregin úr fiski eru góð uppspretta hágæðapróteins, sem hafa ýmsa kraftmikla eiginleika og geta hugsanlega verið notuð í mat sem ýrugjafi, t.d. er gerlegt að staðganga eggjarauðu með fiskvöðvapróteindufti í majónesi (olía-í-vatni ýrukerfi) og auka þannig hollustugildi þess (Sathivel og Bechtel, 2006). FPH hafa mjög góða vatnsheldni sem er hentugur eiginleiki í ýmsa matvælaframleiðslu s.s. til að bæta áferð á vöðva. Viðbótarpróteini er oft bætt í vöðva til að auka gæði, s.s. áferð, vegna góðrar vatnsheldni þess. Í matvælum eru vinnslueiginleikar próteina háðir víxlverkun vatns og próteins. Áferð og gæði vöru fara svo eftir því hversu vel próteinin halda vatninu í matvælinu.

FPH er unnt að nota í margs konar mat til að bæta vatnsbindingu en þrátt fyrir góða vatnsheldni FPH fylgir þeim beiskt bragð sem fellur ekki vel í kramið hjá neytendum.

Gerðar hafa verið tilraunir til að búa til FPH og kanna eiginleika hjá mörgum fisktegundum t.d. lýsingi, hákarli, sardínum, síld, fljótakrabba, humri, loðnu og laxi. Margar þeirra sýna góða vinnslueiginleika s.s. leysanleika, ýru- og froðueiginleika og vatnsbindingetu (Kristinsson og Rasco, 2000b). Auk jákvæðra heilsusamlegra áhrifa sinna eru vatnsrofin prótein góðir stöðgarar (e.stabilizers) í matvælum og eru þau víða notuð sem slík t.d. í fæðubótarefni, ungbarnablöndur, blöndur fyrir aldraða og ýmsa drykki. Í dag eru flestar af þessum vörum unnar úr soja- eða mjólkurpróteinum en fiskvöðvaprótein virðast hafa góða virknieiginleika sem slík (Sathivel og Bechtel, 2006).

Margar rannsóknir benda til þess að FPH úr fiski hafi andoxunareiginleika t.d. einangruðu Jeon o.fl.(1999) og Jao og Ko (2002) peptíð með andoxunavirkni úr þorski og túnfiski (Jeon o.fl.,1999; Jao og Ko, 2002). Bútýlbætt hýdroxý-anisól (BHA) og bútýlbætt hýdroxý-tólúen (BHT) hafa oft verið notuð sem andoxunarefni í matvælaíðnaði til að bæta gæði afurða við geymslu og koma áhrif þeirra fram í lengri geymslutíma. Til að mæta kröfum neytenda um örugg matvæli, beinast margar rannsóknir um þessar mundir að notkun náttúrulegra efnispátta til að bæta gæði og líftíma matvæla til að komast hjá notkun á tilbúnum rotvarnarefnum (Sathivel og Bechtel, 2006). Sathivel o.fl. (2006) gerðu tilraun með andoxunareiginleika FPH. Þeir þöktu laxaflök með FPH og reyndist fituoxun verða minni en í óþöktum samanburðarsýnum (Sathivel o.fl., 2006). Þetta gæti verið ein leið til að hagnýta FPH.

Stórum hluta af próteinríkum aukahráefnum frá sjávariðnaði er nú fleygt eða það notað í fiskimjölsframleiðslu. Þörf er á nýjum framleiðsluaðferðum til að breyta slíkum sjávarafurðum í markaðshæfa vöru. Margar þessara próteinríku afurða hafa fjölda mismunandi virknieiginleika og væri unnt að nota þær í matvæli sem bindara og ýruefni. Vannýtt aukahráefni úr fiskvinnslu er tilvalin uppspretta gæðapróteina og peptíða til að búa til markfæði og fæðubótarefni (Sathivel og Bechtel, 2006).

Frá árinu 2004 hefur verið í gangi verkefni innan SEAFOODplus verkefnaáætlunar sem heitir Propephealth og er markmið þess að rannsaka, skrá og safna “nýjum” heilsuþætandi þáttum úr vannýttum sjávarafurðum með mildum einangrunaraðferðum og að þróa “ný” lífvirk sjávarfæðubótarefni til að nota í nýtt

markfæði sem hentar neytendum. SEAFOODplus er samheiti 22 mismunandi verkefna á vegum Evrópusambandsins sem hafa að meginmarkmiði að auka neyslu á fiski í Evrópu, rannsaka áhrif fiskneyslu á heilsu og vellíðan fólks, stuðla að auknu öryggi sjávarafurða og frekari fullvinnslu sjávarfangs (www.seafoodplus.org).

4 Umræða/lokaorð

Möguleiki er á því að framleiða heilsuvörur úr fiskvöðvapróteinum og markaðsetja þær á Íslandi og í öðrum löndum sem megrunarfæði, lækningafæði eða venjulega fæðu með heilsufullyrðingum. Miðað við eðli þeirrar vöru sem framleidd er úr fiskvöðvapróteinum væri tilvalið að markaðsetja hana sem hreystifæði. En á meðan ekki er til reglugerð um hreystifæði á Íslandi er ógerlegt að markaðsetja vöru með því heiti hér. Heilsuvörur með FPH gætu slegið í gegn ef rétt bragð, áferð og lífvirkni fengjust og með öflugri auglýsingaherferð og vel heppnuðu kjörorði mætti fylgja vörunum eftir. Hugmynd væri að markaðsetja þær sem eins konar: “Fæðu fyrir víkinga” og höfða þannig til almennings sem sér fyrir sér kraftmikla og óstöðvandi víkinga.

Í dag er mikil þróunarvinna í gangi (sbr. Propehealth) þar sem markmiðið er að þróa nýja notkunarmöguleika fiskvöðvapróteina og auka þar með verðmæti þeirra. Í því samhengi má nefna íslenska fyrirtækið Iceprotein ehf. Það var stofnsett í maí 2005 og þróar, framleiðir og stefnir að því að selja blautprótein fyrir fiskiðnað á Íslandi og þurrkuð prótein fyrir heilsu- og fæðubótarmarkaðinn (Hauksson, 2006). Íslenskt sjávarfang fer að mestu leyti í fóður og í almenn matvæli. Með réttri vinnslu og markaðsetningu væri hægt að framreiða þetta sjávarfang sem margs konar heilsuvörur og auka þannig verðmæti þeirra. Fólk borgar meira fyrir vöru sem er markaðsett sem matur með “jákvæð áhrif á heilsu” eða “fyrirbyggjandi fyrir sjúkdóma” heldur en óbreytt matvæli og mun meira en fyrir fóður.

Spáð hefur verið að markfæðismarkaðurinn í Norður Ameríku muni vaxa árlega um meira en 20% á næstu árum. Próteinduft og vatnsrofin prótein gerð úr flökum af ónýttum tegundum eins og kolmunna og tannkóla eða prótein úr aukaafurðum úr fiskvinnslum hafa góða virknieiginleika og má því nota þau sem innihald í heilsuvörur. Búast má við að vatnsrofin prótein og próteinduft gerð úr sjávarfiski fari inn á Norður-

Ameríska markfæðismarkaðinn á næsta áratugi. Þá þurfa vísindamenn að finna aðferðir til þess að bæta skynjunar-, virkni- og næringareiginleika. Einnig er menntun og meðvitund neytenda mikilvægur þáttur. Auk fiskvöðvapróteins er dálítið af sjávarolíu með omega-3 fitusýrum í flestum slíkum afurðum. Ímynd neytenda af vörum sem innihalda langar keðjur af omega-3 fitusýrum er jákvæð, einkum m.t.t. næringargildis (Sathivel og Bechtel, 2006).

Matvæli sem flokkast sem heilsuvörur er á mjög breiðum skala. Sumar vörur hafa á bak við sig haldbærar vísindalegar sannanir fyrir ágæti sínu en aðrar hafa ekkert nema sögusagnir um ágæti sitt sem berast manna á milli og afbakast. Ógrynni sjálfmenntðra næringarfræðinga eru tilbúnir til að leiðbeina fólki um hinn torfæra heilsuvörumarkað og lýsa yfir ágæti alls kyns efna við hvers kyns kvillum. Mikilvægt er að átta sig á að aðeins smá brot af þessum vörum sem bera þennan titil hafa raunverulega vísindalegan grunn á bak við sig. Þótt afurð sýni að hún hafi einhver lífeðlisfræðileg áhrif í tilraunum sem eru framkvæmda á dýrum eða á frumum þá er ekki þar með sagt að hægt sé að yfirfæra áhrifin á menn. Þá er ekki hægt að staðhæfa að tiltekin áhrif komi fram á lýðnum þrátt fyrir að tilraun sé framkvæmd á mannslíkamanum. Við erum öll ólík hvað varðar, lífstíl, umhverfi, kyn og arfgerð. Mikilvægt er að framkvæmdar séu klínískar rannsóknir og/eða faraldsfræðirannsóknir sem eru síðan leiðréttar fyrir hinum ýmsu breytilegum þáttum til þess að fá fram hvaða raunveruleg áhrif tiltekinn næringarfræðilegur þáttur hefur. Það er fyrst hægt að staðhæfa ágæti viðkomandi vöru þegar margar slíkar faraldsfræðilegar og/eða klínískar rannsóknir hafa sýnt það þ.e. hliðholl meta-greining (Gibney o.fl., 2003). Það er því heillavænlegast að taka mið af leyfðum heilsufullyrðingum sem eru byggðar á slíkum haldbærum vísindalegum sönnunum. Þó ber líka að taka það með fyrirvara. Stundum virðist tilviljun ráða hvað kemst á skrá, t.d. getur verið að það fari að einhverju leyti eftir vinsældum eða gróðavonum. Í dag er mikið af heilsuvörum á markaðnum sem hafa alls ekki nægar stöðir á bak við sig t.d. eru engar faraldsfræðirannsóknir sem sýna að viðbótarneysla af kreatíni sé til bóta. Einnig er skortur á rannsóknum sem hafa verið gerðar með nútímalegum aðferðum á gingseng sem er rótgróin heilsuvara í asískri menningu. Mikilvægt er að fara að öllu með gát varðandi heilsuvörur og miða við þau gömlu sannindin að allt sé gott í hófi.

5 Heimildir

Abdul-Hamid A., Bakar J. og Bee G.H. 2002: Nutritional quality of spray dried protein hydrolysate from Black Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Food Chemistry* 78, 69-74.

Aluwe 2002: ORALOE NEW — & Natural for healthy teeth and gums! Gefið út af Aluwe. LLC. <http://www.aluwe.com/products.html#skinsoclear> (25 sept. 2007).

Anderson J. W., Hanna T. J., Peng X. og Kryscio R. J. 2000: Whole grain foods and heart disease risk. *Journal of the American College of Nutrition* 19, 291-299.

Anderson J., Johnstone B.M. og Cook-Newell M.E. 1995: Meta-Analysis of the Effects of Soy Protein Intake on Serum Lipids. *The New England Journal of Medicine* 333, 276-282

Antonio J., Sanders M.S., Ehler L.A., Uelmen J., Raether J.B. og Stout J.R. 2000: Effects of Exercise Training and Amino-Acid Supplementation on Body Composition and Physical Performance in Untrained Women. *Nutrition* 16, 1043-1046.

Archer Daniels Midland Company, 2004: ADM Specialty Ingredients (Europe) BV, (www.admworld.com). Healthy Soya Products. Hluti af námsefni í vöruþróun við HÍ, vor 2006, 4 bls.

Barnett Enterprises ©. The Barnett Training System. Barnett Enterprises, Inc. <http://www.barnett-fitness.com/nutrition%20concepts.htm> (15. ágúst 2007).

Bazzano L.A., Song Y., Bubes V., Good C.K., Manson J.E. og Liu S., 2005. Dietary Intake of Whole and Refined Grain Breakfast Cereals and Weight Gain in Men. *Obesity Research* 13, 1952-60.

Belay A. 2002: The Potential Application of *Spirulina (Arthrospira)* as a Nutritional and Therapeutic Supplement in Health Management. *The Journal of the American Nutraceutical Association* 5 (2), 26-49.

Belitz H.D., Grosch W. og Schieberle P. 2004: *Food Chemistry 3rd revised Edition*, 1069. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Bhattacharya A., Banu J. og Rahman M. 2006: Biological effect of conjugated linoleic acids in health and disease. *Journal of Nutritional Biochemistry* 17, 789-810.

Binkoski A.E., Kris-Etherton P.M., Wilson T.A., Mountain M.L. og Nicolosi R.L. 2005: Balance of Unsaturated Fatty Acids Is Important to a Cholesterol-Lowering

Diet: Comparison of Mid-Oleic Sunflower Oil and Olive Oil on Cardiovascular Disease Risk Factors. *Journal of the American Dietetic Association* 105, 1080-1086.

Bjelakovic G., Nikolova D., Simonetti R.G. og Gluud C. 2004: Antioxidant supplements for prevention of gastrointestinal cancers: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet* 364 (9441), 219-1228.

Blackburn G.L. 2001: Introduction: Dietary Patterns for Weight Management and Health. *Obesity Research* 9, S217-S218.

Blomstrand E. og Saltin B., 2001: BCAA intake affects protein metabolism in muscle after but not during exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 281, E365-E374.

Bluebonnet Nutrition Corporation, 2003: 12915 Dairy Achford, Sugar Land, TX 77478. <http://www.bluebonnetnutrition.com/pdf/ChromeCare.pdf> (15.okt.2007).

Briem B. 2007: *Ný reglugerð um næringar og heilsufullyrðingar við merkingar matvæla*. Umhverfisstofnun.
http://www.ust.is/media/ljosmyndir/matvaeli/fullyrdingar_april_07_BB.pdf (15.júní 2007).

Brouns F. 2002: Soya isoflavones: a new and promising ingredient for the health food sector. *Food Research International* 35, 187-193.

Brouns F. og Kovacs E. 1997: Functional drinks for athletes. *Trends in Food Science & Technology* 8, 414-421.

Burkitt D.P., Walker A.R.P. og Painter N.S.1974: Dietary fiber and disease. *J. Am. Med. Assoc.* 229, 1068.

Burt S. 2004: Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in food-a review. *International Journal of Food Microbiology* 94, 223-253.

Carlson N.R. 2001: *Physiology of Behavior 7th edition*, 448. Allyn and Bacon, Boston.

Chang R.C. og So K.F. 2007: Use of Anti-aging Herbal Medicine, *Lycium barbarum*, Against Aging-associated Diseases. What Do We Know So Far? *Cell Mol Neurobiol*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, USA, 0272-4340.

Choi Y.S. og Billing J.A. 2002: Opioid Antagonists: A Review of Their Role in Palliative Care, Focusing on Use in Opioid-Related Constipation. *Journal of Pain and Symptom Management* 24, 71-90.

Clarkson P.M. og Rawson E.S. 1999: Nutritional Supplements to Increase Muscle Mass. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 39, 317-328.

Council Directive (89/107/EEC) of December 1988 on the approximation of the laws of the Member States concerning food additives authorized for use in foodstuffs intended for human consumption.

http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/addit_flavor/flav07_en.pdf (18. des. 2007).

Covas M.I. 2007: Olive oil and the cardiovascular system. *Pharmacological Research* 55, 175-186.

Cribb P. 2005: Whey Protein and Body Composition. *Dairy Management Inc.* 1-8. http://www.nationaldairycouncil.org/NR/rdonlyres/5F7BE55D-B9AD-461E-8B2B-8ED207A2C812/0/Whey_BodyCompDMI_1005.pdf (15. ágúst 2007).

Cutler D.M., Glaeser E.L. og Shapiro J.M. 2003: Why Have Americans Become More Obese? *Journal of Economic Perspectives* 17, 93-118.

Dennehy C.E. 2006: The Use of Herbs and Dietary Supplements in Gynecology An Evidence-Based Review. *Journal of Midwifery & Women's Health* 51 (6), 402-409.

Dymatize®, Tonalin® CLA "Conjugated Linoleic Acid"

http://www.dymatize.com/mivastore/merchant.mvc?screen=prod&store_code=dbe&product_code=ef115 (25. okt. 2007).

Dog T.L. 2005: Menopause: a review of botanical dietary supplements. *The American Journal of Medicine* 118 (12B), 98S-108S.

Doron S. og Gorbach S.L. 2006: Probiotics: their role in the treatment and prevention of disease. *Expert Review of Anti-infective Therapy* 4 (2), 261-275.

Duarte J., Vinderola G., Ritz B., Perdigon G., Matar C. 2006: Immunomodulating capacity of commercial fish protein hydrolysate for diet supplementation. *Immunobiology* 211, 341-350.

Ely J.T.A. og Krone C.A. 2000: A Brief Update on Ubiquinone (Coenzyme Q10). *Journal of Orthomolecular Medicine* 15(2), 63-68.

Eriksen B. 1998: Mjólkursamsalan, málþing um mjólkursýrugerla þann 18. apríl 1998 í Reykjavík. *Mikilvægi mjólkursýrugerla fyrir heilsu manna frá sjónarmiði næringarfræðings*. <http://ms.is/article.aspx?catID=129&ArtId=51> (15. ágúst 2007).

Ernster L, Dallner G: Biochemical, physiological and medical aspects of ubiquinone function. *Biochim Biophys Acta* 1271, 195-204.

- Falk L.W., Sobal J., Bisogni C.A., Connors M. og Devine C.M. 2001: Managing Healthy Eating: Definitions, Classifications, and Strategies. *Health Education & Behavior* 28 (4), 425-439.
- Fujita H., Yokoyama K., Ysomoto R. og Yoshikawa M. 1995: Antihypertensive effect of thermolysin digest of dried bonito in spontaneously hypertensive rat. *Clin Exp Pharmacol Physiol. Suppl.* 1, S304-305
- Frumvarp til laga um matvæli. Útgefið af 119. löggjafarþingi, 15. mál, 1995: <http://www.althingi.is/altext/119/s/0015.html> (3.júní 2007).
- Galati G. og O'Brien P.J. 2004: Potential Toxicity of Flavonoids and Other Dietary Phenolics: Significance for Their Chemopreventive and Anticancer Properties. *Free Radical Biology & Medicine* 34 (3), 287-303.
- Geirsdóttir M. 2006a: Nýfæði og markfæði. *Matur er mannsins megin*, 1. tbl., 18. árg. bls. 12. <http://www.mni.is/mni/?D10cID=ReadArticle&Id=183> (17. júní 2007).
- Geirsdóttir M., 2006b: *Matur er mannsins megin*. (Margrét Geirsdóttir, 2006: Matur er mannsins megin. Matvæla- og næringarfræðafélag Íslands (MNÍ), 128 Reykjavík.)
- Gibney M.J., Margretts B.M., Kearney J.M. og Arab L. 2004: *Public Health Nutrition*, 378.. The Nutrition Society, England.
- Gildberg A., Bøgwald J., Johansen A. og Stenberg E. 1996: Isolation of an acid peptide fraction from fish protein hydrolysate with strong stimulatory effect on Atlantic salmon (*Salmo salar*) head kidney leucocytes. *Comp. Biochem. Physiol. B-Biochem. Mol. Biol.* 114B, 97-101
- Guerard F. 2006: Enzymatic methods for marine by-product recovery. Í Shahidi F: *Maximising the value of marine by-products*. Woodhead Publishing Cambridge England. 107-143.
- Gunnlaugsdóttir H. og Þorkelsson G. 2005: *Lífvirk efni í íslensku sjávarfangi, Yfirlitsskýrsla*. Rannsóknarstofnun Fiskiðaðarins, verkefnaskýrsla 6-05. <http://www.matis.is/media/utgafa//Skýrsla06-05.pdf> (18.des. 2007).
- Graig Farm Organics: Organic Cold-pressed Oils. Graig Farm Producers Group. <http://www.graigfarm.co.uk/grocoils.htm#SOYA%20OIL> (10. ágúst 2007).
- Greenhaff P. 1997: (Review) The nutritional biochemistry of creatine. *Nutritional Biochemistry* 8, 610-618.
- Gretebeck R.J., Gretebeck K.A. og Tittelbach T.J. 1997: Glycemic index of popular sport drinks and energy foods. *Journal of the American Dietetic Association* 102 (3), 415-417.

Ha E. og Zemel M.B. 2003: Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids; mechanisms underlying health benefits for active people (Review). *Journal of Nutritional Biochemistry* 14, 251-258.

Halsted C.H. 2003: Dietary supplements and functional foods: 2 sides of a coin? *Am J Clin Nutr* 77 (4), 1001S-7S.

Halton T.L. og Hu F.B. 2004: The Effects of High Protein Diets on Thermogenesis, Satiety and Weight Loss: A Critical Review. *Journal of the American College of Nutrition* 23 (5), 373-385.

Hardy G. 2000: Nutraceuticals and Functional Foods: Introduction and Meaning. *Nutrition* 16, 688-697.

Hartmann R. og Meisel H. 2007: Food-derived peptides with biological activity: from research to food applications. *Current Opinion in Biotechnology* 18, 163-169.

Hasler C.M. 2002: Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges – A Position Paper from the American Council on Science and Health. *J. Nutr.* 132: 3772-3781.

Hauksson S. 2006: Starfsemi Mátis á Sauðárkróki. Gefið út af Mátis ohf. <http://www.matis.is/starfsstodvar-matis/saudarkrokur/?CacheRefresh=1/> (17. ágúst 2007).

Heilsa®, 2005a: Acidophilus. Gefið út af Heilsuhúsinu®. http://heilsa.is/heilsa/baetiefni/?ew_1_cat_id=18106&ew_1_p_id=13041302 (4.sep.2007).

Heilsa®, 2005b: Psyllium trefjar. Gefið út af Heilsuhúsinu®. http://www.heilsa.is/baetiefni/?ew_1_cat_id=18106&ew_1_p_id=14731016 (1.sep.2007).

Huss, H.H. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. *FAO Fisheries Technical Paper* 348, Rome FAO.

Horizon®. Acidophilus. http://66.226.72.85/bottles_horizon/Acidophilus.jpg. Tekið af neti 25.okt.2007.

Howarth N.C., Robert S.B., Saltzman E., 2001. Dietary fiber and weight regulation. *Nutr Rev.* 59, 129-39.

Insel P., Turner R.E. og Ross D. 2004: *Nutrition Second Edition*. Jones and Bartlett Publishers, Inc. 451.

Janeway C.A., Travers P., Walport M. og Shlomchik M.J. 2005: *Immuno Biology the immune system in health and disease*, 450. Garland Science Publishing, New York.

Jao C.L. og Ko W.C. 2002: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging by protein hydrolysates from tuna cooking juice. *Fisheries Science* 68, 430-435.

Je J.Y., Oian Z.J., Byun H.G. og Kim S.K. 2007: Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis. *Process Biochemistry* 42, 840-846.

Jeon Y.J., Byun H.G. og Kim S.K. 1999: Improvement of functional properties of cod frame protein hydrolysates using ultrafiltration membranes. *Process Biochemistry* 35, 471-478.

Joint Health Claims Initiative (JHCI/76/03). JHCI Executive Director. Part 1: A Process to Define and Identify Well-Established Health Statements. Part 2: A list of Well-Established Nutrient Function Statements. http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/jhci_healthreport.pdf (18.des. 2007)

Jones P.J. og Jew S. 2007: Functional food development: concept to reality. *Trends in Food Science & Technology* 18, 387-390.

Jong A., Plat J., Mensink R.P. 2003: Metabolic effects of plant sterols and stanols (Review). *Journal of Nutritional Biochemistry* 14, 362-369.

Kim S.K. og Mendis E. 2006: Bioactive compounds from marine processing by-products. *Food Research International* 39, 383-393.

Kinsella J.E. 1976: Functional Properties of Proteins in Foods: A Survey. *Critical Review in Food Science and Nutrition* 7(3), 219-280.

Korhonen H. og Pihlanto A., 2005: Bioactive peptides: Production and functionality. *International Dairy Journal* 16, 9: 945-960.

Kouna K., Hirano S., Kuboki H., Kashai M. og Hatae K. 2005: Effects of dried bonito (katsuobushi) and captopril, an angiotensin I-converting enzyme inhibitor, on rat isolated aorta: a possible mechanism of antihypertensive action. *Biosci Biotechnol Biochem.* 69, 911-915.

Kristinsson H.G. 2007: Aquatic food protein hydrolysates. Í Shahidi F.: *Maximising the value of marine by-products*, 229-247. Woodhead Publishing Cambridge England.

Kristinsson H.G. og Rasco B.A. 2000a: Fish protein hydrolysates: production, biochemical and functional properties. *Critical reviews in Food science and nutrition* 40(1), 43-81.

Kristinsson H.G. og Rasco B.A. 2000b: Biochemical and Functional Properties of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Muscle Proteins Hydrolyzed with Various Alkaline Proteases. *J. Agric. Food Chem.* 48, 657-666.

Kristbjarnarson H., Jóhannsson M., Gíslason B. o.fl. 1999: *Íslenska lyfjabókin 4. útgáfa* 432. Lyfjabókaútgáfan, Reykjavík.

Lal H. og Chugh K. 1995: Metabolic and Regulatory Effects of Branched Chain Amino Acid Supplementation. *Nutrition Research* 15 (11), 1717-1733.

Larsen T.M., Toubro S. og Astrup A. 2003: Efficacy and safety of dietary supplements containing CLA for the treatment of obesity. *Journal of Lipid Research* 44, 2234-2241.

Leatherhead Food International 2007: Partnerships in Culinary Concepts. *LFI Food News* 41 (6), ISSN 0967-0908.

<http://www.leatherheadfood.com/lfi/pdf/fnjulaug07.pdf> (15.júlí 2007).

Levi J., Segal L.M. og Gadola E. 2007: F as in Fat: How Obesity Policies are Failing in America, 2007 Report from the Trust for America's Health (TFAH). <http://healthyamericans.org/reports/obesity2007/> (24.sept. 2007).

Li G.H., Le G.W., Shi Y.H. og Shrestha S. 2004: Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from food proteins and their physiological and pharmacological effects. *Nutrition Research* 24, 469-486.

Lýsi ehf.: Saga lýsis. Gefið út af Lýsi ehf. Reykjavík. <http://www.lysi.is/is/um%5Flysi/> (27. júlí 2007).

Lýðheilsustöð, 2006: Ráðleggingar um mataræði og næringarefni fyrir fullorðna og börn frá tveggja ára aldri. <http://www.lydheilsustod.is/media/manneldi/utgefid//matarædi-lowres.pdf> (27.júlí 2007).

Manoj G., Venkataraman L.V. og Srinivas L. 1992: Antioxidant properties of Spirulina (*Spirulina platensis*). Í Seshadri og Bai: *Spirulina*. MCRC. 48-154.

Marcason W. 2006: What Are the Facts and Myths about Mangosteen? *J Am Diet Assoc.* 106 (6), 986.

Manoj G., Venkataraman L.V. og Srinivas L. 1992: Antioxidant properties of Spirulina (*Spirulina platensis*). In: Seshadri and Bai. *Spirulina*. MCRC. 48-154.

Maughan R.J. og Murray R. 2001: *Sport Drinks Basic Science and Practical Aspects*. CRC Press LLC, USA, 279.

McKee R. 2006: Artificial nutrition and nutritional support in hospital. *Medicine* 34 (12), 543-547.

McGilvery R.W. 1970: *Biochemistry, a functional approach*, 769. W.B. Saunders Company, USA.

Melethil S. 2006: Proposed rule: Current good manufacturing practice in manufacturing, packing, or holding dietary ingredients and dietary supplements. *Life Science* 78, 2049-2053.

Mellander O. 1950: The physiological importance of the casein phosphopeptide calcium salts. II Peroral calcium dosage of infants, *Acta Society Medicine Uppsala* 55, 247-255.

Michaud D.S., Spiegelman D., Clinton S.K., Rimm E.R., Willett W.C. og Giovannucci E. 2000: Prospective Study of Dietary Supplements, Macronutrients, Micronutrients, and Risk of Bladder Cancer in US Men. *American Journal of Epidemiology* 152 (12), 1145-1153.

Miranda M.S., Cintra R.G., Barros S.M. og Mancini-Filho J. 1998: Antioxidant activity of the microalga *Spirulina maxima*. *Bra J Med Biol Res* 31, 1075-1079.

Mjólkursamsalan. LH með jarðarberjum (sykurskert).
<http://www.ms.is/product.aspx?catid=372&productid=259> (20. ágúst 2007).

Nagai T., Uzuki N., Tanoue T., Kai N. og Nagashimaa T. 2007: Physical properties of kamaboko derived from walleye pollack (*Theragra chalcogramma*) surimi and functional properties of its enzymatic hydrolysates. *Journal of Food Agriculture & Environment*. 5, 76-81

Nakai S. og Modler H.W. 2000: *Food protein processing and application*. Wiley-VCH, New York.

Nelson D.L. og Cox M. 2005: *Lehninger Principles of Biochemistry fourth edition*, 1119. W.H. Freeman and Company, New York.

New Nutrition Business, 2007: Ten Key Trends in Food, Nutrition & Health 2007: just-food.com. Aroq Ltd. England <http://www.just-food.com/store/productprint.aspx?ID=47523> (17 sept. 2007).

Nolen-Hoeksema S. 2004: *Abnormal Psychology 3rd edition*, 342. McGraw-Hill, New York.

Ólafsdóttir A.S., Skúladóttir G.V., Þórsdóttir I., Hauksson A., Þorgeirsdóttir H. og Steingrímsdóttir L. 2005: Relationship between high consumption of marine fatty

acids in early pregnancy and hypertensive disorder in pregnancy. *An International Journal of Obstetrics and Gynaecology* 113, 301-309.

Ovesen L., 1999: Functional foods: some relevant considerations? *British Food Journal* 101 (10), 809-817.

Parada J.L., de Caire G., de Mule M.C. og de Cano M.M. 1998: Lactic acid bacteria growth promotes from *Spirulina platenis*. *Int J Food Microbiol.* 45, 225-228.

Park Y., Albright K.J., Liu W., Storkson J.M., Cook M.E. Pariza M.W. 1997: Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids* 32, 853-8.

Paul Yamaguchi & Associates, 2006: *Functional Foods Japan 2006 - Product Report*. Paul Yamaguchi & Associates, Inc. Tarrytown, New York 10591, USA, pp 147.

Pedersen G.M., Gildberg A. og Olsen R. 2004: Effects of including cationic proteins from cod milt in the feed to Atlantic cod (*Gadus morhua*) fry during a challenge trial with *Fibrio anguillarum*. *Aquaculture* 233 (1-4), 31-43.

PeptoPro®. http://www.dsm.com/en_US/html/dfs/peptopro_home.htm (19.des. 2007).

Pereira M. A, O'Reilly E., Augustsson K., Fraser G. E, Goldbourt U., Heitmann, B.L., Hallmans G., Knekt P., Liu S., Pietinen P., Spiegelman D., Stevens J., Virtamo J., Willett W.C. og Ascherio A., 2004: Dietary fiber and risk of coronary heart disease. A pooled analysis of cohort studies. *Archives of Internal Medicine* 164, 370-376.

Petridou A., Mougios V. og Sagredos A. 2003: Supplementation with CLA: isomer incorporation into serum lipids and effect on body fat of women. *Lipids* 35, 805-11.

Phillips S.M. 2004: Protein Requirements and Supplementation in Strength Sports. *Nutrition* 20, 689-695.

Rao A.V. og Rao L.G. 2007: Carotenoids and human health. *Pharmacological Research* 55, 207-216.

Raskin I., Ribnicky D.M., Kormarnysky S., Nebojsa I., Poulev A., Borijuk N., Brinker A., Moreno, Ripoli C., Yakoby N., O'Neal J.M., Cornwell T., Pastor I. og Fridlender B. 2002: Plants and human health in the twenty-first century. *Trends in Biotechnology* 20 (12) 522-531.

Ramadam M.F. og Moersel J. 2006: Screening of the antiradical action of vegetable oils. *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 838-842.

Ravallec P.R., Charlot C., Pires C., Braga V., Batista I., Wormhoudt A., Gal Y., Fouchereau P.M. 2001: The presence of bioactive peptides in hydrolysates prepared from processing waste of sardine (*Sardina pilhcardus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81 (11), 1120-1125.

Reglugerð 757/2002: Reglugerð um sérfaði. Gefið út af Stjórnarráði Íslands í Stjórnartíðindum. <http://www.ust.is/Matvaeili/Serfaedi/> (3. júlí 2007).

Reglugerð 624/2004: Reglugerð um fæðubótaefni. Gefið út af Stjórnarráði Íslands í Stjórnartíðindum. <http://www.ust.is/Matvaeili/Matvaeili/Faedubotaefni/> (3. júlí 2007).

Reglugerð 674/1998: Reglugerð um megrunarfaði. Gefið út af Stjórnarráði Íslands í Stjórnartíðindum. <http://www.ust.is/Matvaeili/Serfaedi/> (3. júlí 2007).

Reglugerð 605/2000: Reglugerð um matvæli til nota í sérstökum læknisfræðilegum tilgangi. Gefið út af Stjórnarráði Íslands í Stjórnartíðindum. <http://www.ust.is/Matvaeili/Serfaedi/> (3. júlí 2007).

Reglugerð 503/2005: Reglugerð um merkingu matvæla. Gefið út af Stjórnarráði Íslands í Stjórnartíðindum. <http://ust.is/Matvaeili/Merkingar/> (3. júlí 2007).

Reglugerð 684/1997: Reglugerð um markaðsleyfi náttúrulyfja. Gefið út af Stjórnarráði Íslands í Stjórnartíðindum. http://www.lyfjastofnun.is/Lyfjastofnun/Log_og_reglugerdir/Lyfjaloggjof_og_tengd_loggjof/Lyfjalog/#Natturulyf_og_smaskammtalyf (3. júlí 2007).

Reglugerð 588/1993: Reglugerð um merkingu, auglýsingu og kynningu matvæla. Gefið út af Stjórnarráði Íslands í Stjórnartíðindum. http://www.ust.is/media/ljosmyndir/matvaeili/588-1993_med_breytingum.pdf (3. júlí 2007).

Regulation (EC) 1924/2006 of the European Parliament and of the council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2007/l_012/l_01220070118en00030018.pdf (7. júlí 2007).

Regulation (EC) 97/258 of the European Parliament and of the council of 27 January 1997 concerning novel foods and novel food ingredients. <http://www.gmo.gov.vn/Portals/0/97-258%20EC.pdf> (18.des.2007).

Reichert R.D. 2002: Oilseed medicinals: In natural drugs, dietary supplements and in new functional foods. *Trends in Food Science & Technology* 13, 353-360.

Reykdal Ó. 1998: *Næringargildi matvæla - Næringarefnaöflur, 4. útgáfa*. Námsgagnastofnun - Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Prentsmiðjan Grafík hf.

Reykdal Ó. 2001: *Virk efni í grænmeti og ávöxtum*. Gefið út af Matvælarannsóknnum Keldnaholti (*Matra* 01:24), 13.

Reykdal Ó. og Porta Z.S. 2003: *Getur lambakjöt orðið markfæði?* Greinagerð. Gefið út af Matvælarannsóknnum Keldnaholti (*Matra* 03:12), 29.

Rowlands J.C. og Hoadley J.E. 2006: FDA perspectives on health claims for food labels. *Toxicology* 221, 35-43.

Rustad T. 2007: Physical and chemical properties of protein seafood by-products. Í Shahidi F.: *Maximising the value of marine by-products*, 3-21. Woodhead Publishing Cambridge England.

Ruxton C.H.S., Reed S.C., Simpson M.J.A. og Millington K.J. 2007: The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *J Hum Nutr Dietet* 20, 275-285.

Saeki Y., Matsumoto M., Hayashi A., Azuma I., Toyoshima K. og Seya T. 2000: The effect of Spirulina hot water extract to the basic immune activatin. Summary of paper presented at the 30th meeting of the Japanese Society for immunology. November 14-16.

Sathivel S. og Bechtel P.J. 2006: Engineering and functional properties of powders from underutilized marine fish and seafood products. Í Shahidi F.: *Maximising the value of marine by-products*, 249-257. Woodhead Publishing Cambridge England.

Sanders M.E. 1998: Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. *Intern. Dairy J.* 8, 341-347.

Seacure®. Seacure Protein. <http://www.seacure-protein.com/index.html> (15.sept.2007).

Sidhu K.S. 2003: Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 38, 336-344.

Silverthorn D.U. 2007: *Human Physiology an Integrated Approach fourth edition*, 859. Pearson Education, Inc., San Francisco.

Singh B. 2007: Psyllium as therapeutic and drug delivery agent. *International Journal of Pharmaceutics* 334 (1-2), 1-14.

Shimomura Y., Murakami T., Nakai N., Nagasaki N. og Harris R.A. 2004: Exercise Promotes BCAA Catabolism: Effect of BCAA Supplementation on Skeletal Muscle during Exercise. *J. Nutr.* 134, 1583S-1587S.

Shimomura Y., Yamamoto Y., Bajotto G., Sato J., Murakami T., Shimomura N., Kobayshi H. og Mawatari K. 2006: Nutraceutical Effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle. *J. Nutr.* 136, 529S-532S.

Šližytė R., Daukšas E., Falch E., Storrø I. og Rustad T. 2005: Characteristics of protein fractions generated from hydrolysed cod (*Gadus morhua*) by-products. *Process Biochemistry* 40, 2021-2033.

Smithells R.W. og Sheppard S. 1980: Possible prevention of neural-tube defects by periconceptional vitamin supplementation. *Lancet* 1(8169):647.

Stratēgro International LLC, 2005: NutraTrends™. Nutraceuticals and Functional Foods. Gefið út af Stratēgro International LLC. <http://www.strategro.com/Practiceareas/HealthNutrition/tabid/182/Default.aspx> (26.júlí 2007).

Swedish Nutrition Foundation, 2004: Health Claims In Labeling and Markerting of Food Products. The Food Sector's Code of Practice. http://www.hp-info.nu/SweCode_2004_1.pdf (10.sept. 2007).

http://thor.rhi.hi.is/tmp/jruah/Hjartasjukdomar__forvarnir.ppt#458,65,Slide_65. Tekið úr glósum frá Alfons Ramel um Hjarta- og Æðasjúkdóma, Forvarnir í Lýðheilsunæringarfræði við HÍ, vorönn 2007.

Tripoli E. Guardia M.L., Giammanco S., Majo D.D. og Giammanco M. 2006: *Citrus* flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food Chemistry* 104, 466-479.

Tsuchihashi N., Watanabe T., Takai Y. 1987: Effect of *Spirulina platenis* on caecum content in rats. *Bull Chiba Hygiene College* 5, 27-30.

Ulrich M., Kristoffersen K., Rolschau J., grinsted P., Schaumburg E. og Foged N. 1999: The influence of folic acid supplement on the outcome of pregnancies in the country of Funen in Denmark. Part II. Congenital anomalies. A randomised study. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 87, 111-113.

Urso M.L. og Clarkson P.M. 2003: Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* 189, 41-54.

- U.S. Food and Drug Administration, 2000: A Food Labeling Guide--Appendix C, Health Claims. Center for Food Safety and Applied Nutrition. September 1994 (Editorial revisions June 1999 and November 2000). <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/flg-6c.html> (23. ágúst 2007).
- U.S. Food and Drug Administration., 2004a: Press Release P04-100. November 1, 2004. <http://www.fda.gov/bbs/topics/news/2004/NEW01129.html> (28. ágúst 2007).
- U.S. Food and Drug Administration, 2004b: FDA Announces Qualified Health Claims for Omega-3 Fatty Acids. <http://www.fda.gov/bbs/topics/news/2004/NEW01115.html> (18.des. 2007).
- U.S. Food and Drug Administration, 2006: Label Claims Overview. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/lab-hlth.html> (18.des.2007).
- Vercruyse L., Van Camp J. og Smagghe G. 2005. ACE inhibitory peptides derived from enzymatic hydrolysates of animal muscle proteins. A review. *J.Agric.Food Chem.* 53, 8106-8115.
- Vermeirssen V., Van Camp J. og Verstraete W. 2004: Bioavailability of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides.*Br J Nutr* 92(3), 357-366.
- Voet D. og Voet J.G. 2004: *Biochemistry 3rd Edition, Biomolecules, Mechanisms og Enzyme Action, and Metabolism*, 1178.. John Wiley & Sons, Inc.
- Wergedahl H., Liaset B., Gudbrandsen O.A., Lied E., Espe M., Muna Z., Mørk S. og Berge R.K. 2003: Fish Protein Hydrolysate Reduces Plasma Total Cholesterol, Increases the Proportion of HDL Cholesterol, and Lower Acyl-CoA:Cholesterol Acyltransferase Activity in Liver of Zucker Rats. *J. Nutr.* 134, 1320-1327.
- Walmark ®. Spirulina. <http://www.spirulina.ro/index.php?lng=ro> (25.okt.2007)
- World Health Organization (WHO), 2003: Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases. Í: *Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases. World Health Organization.* Sviss 2003.
- Williams C.A. og Lamprecht E.D. 2007: Some commonly fed herbs and other functional foods in equine nutrition: A review. *The Veterinary Journal*, 2007, Aug 7.
- Williams G.M., Williams C.L. og Weisburger J.H. 1999: Diet and cancer prevention: The fiber first diet. *Toxicological sciences* 52, 72-86.
- Yeomans M.R. og Gray R.W. 2002: Opioid peptides and the control of human ingestive behavior. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 26, 713-728.

Þorgeirsdóttir H. 1999: Per capita supply of food in Iceland 1956-1995 and changes in the prevalence of overweight and obesity in men and women aged 45-64 in Reykjavík 1975-1994. *Department of Food Science, Faculty of Science University of Iceland, Reykjavík.*

Þorgeirsdóttir H. 2007: Mjúk fita hækkar ekki kólesteról í blóði. *Morgunblaðið* 17. febrúar, <http://www.lydheilsustod.is/greinar/greinasafn/manneldi/nr/2015> (15.júlí 2007).

Þorkelsson G., Sigurgísladóttir S., Geirsdóttir M., Jóhannson R., Guérard F., Chabeaud A., Bourseau P., Vandanon L., Jaouen P., Chaplain-Derouiniot M., Fouchereau-Peron M., Martinez-Alvarez O., Le Gal Y., Ravallec-Ple, Picot L., Berge J.P., Delannoy C., Jakobsen G., Johansson I., Batista I. og Pires C. 2007: Mild processing techniques and development of functional marine protein and peptide ingredients. Handrit af bókarkafli. Í Børresen T.: *Improving seafood products for the consumer*. Woodhead, Cambridge, ISBN 1845690192

Þórhallson L.F., Geirsdóttir M., Hreggviðsson G.Ó., Vilhelmson S. og Þorkelsson G. 2007: *Blóðþrýstingslækkandi áhrif (Ace-hindra virkni) í íslensku sjávarfangi – uppsetning mæliaðferða.* Matis, skýrsla 10-07. http://www.matis.is/media/matis/utgafa/Skyrsla_10-07.pdf (2.júlí 2007).

Þórsdóttir I. 1996: Mataræði. Í Þorgilsson J.S.: *Árin eftir sextugt Handbók um efri árin*, 260-276. Forlagið.

Þórsdóttir I., Birgisdóttir B.E., Halldórsdóttir S. og Geirsson R.T. 2004: Association of Fish and Fish Liver Oil Intake in Pregnancy with Infant Size at Birth among Women of Normal Weight before Pregnancy in a Fishing Community. *American Journal of Epidemiology* 160, 460-465.

Þórsdóttir I., Birgisdóttir B.E., Johannsdóttir I.M., Harris P., Hill J., Steingrimsdóttir L. og Þorsson Á.V. 2000: Different Beta-Casein Fractions in Icelandic Versus Scandinavian Cow's Milk May Influence Diabetogenicity of Cow's Milk in Infancy and Explain Low Incidence of Insulin-Dependent Diabetes Mellitus in Iceland. *Pediatrics* 106 (4), 719-724.

Ötles S. og Eren Akcicek, 2002: Medical foods: Scope and regulations. Part 1. 51. *évfolyam* 2. szám: 58-62.

Zambell K.L., Keim N.L. og Van Loan M.D. 2000: Conjugated linoleic acid reduces body fat in healthy exercising humans. *J Int Med Res* 29, 392-6.

Zemel M.B., Shi H., Greer B. o.fl. 2000: Regulation of adiposity by dietary calcium. *FA SEB J.* 14, 1132-1138.

Zhi-gang Z., Zhi-li L. og Xue-xian L. 1997: Study on the isolation, purification and antioxidation properties of polysaccharides from *Spirulina maxima*. *Acta Botanica Sinica*. 39, 77-81.