

Opinnäytetyö AMK

Bio- ja elintarviketekniikan ko.

Elintarviketekniikka

2014

Milla Ranta

PROTEIINIRIKKAAN TUOTEKONSEPTIN KEHITTÄMINEN



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Bio- ja Elintarviketekniikan ko. | Elintarviketekniikka

Huhtikuu 2014 | 58

Ohjaajat:

ETT Tommi Laaksonen, Turun Ammattikorkeakoulu

FT Jukka Kaitaranta, JKK Partners Oy Ltd (toimitusjohtaja)

Milla Ranta

PROTEIINIRIKKAAN TUOTEKONSEPTIN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää aktiivisille liikkujille suunnattu proteiinirikas tuotekonsepti. Konseptin ominaisuuksissa haluttiin kiinnittää erityistä huomiota terveyden ja hyvinvoinnin edistämiseen, sekä tuotteen luonnollisuuteen ja soveltuvuuteen mahdollisimman laajalle kuluttajaryhmälle, sillä proteiinirikkaiden tuotteiden kysyntä markkinoilla on kasvanut nopeasti viime vuosina.

Käytännön toteutuksessa perehdyttiin erityisesti nykyaikaisen teknologian tuomiin mahdollisuuksiin innovatiivisten ja hyvinvointia edistävien tuotteiden kehityksessä. Elintarviketeollisuudessa paljon käytetyn lämpökäsittelyn korvaamismahdollisuutta tutkittiin käsittelemällä kehitettyjä tuotteita HPP-menetelmällä (High Pressure Processing) ja testaamalla niitä aistinvaraisin ja mikrobiologisin menetelmin.

Käytännön kokeet osoittivat HPP-menetelmän olevan potentiaalinen vaihtoehto lämpökäsittelylle kehitetyn konseptin tuotteilla. Menetelmän etuihin kuuluu tuotteen tuotantokustannusten pienenemisen lisäksi muun muassa aistinvaraisten ominaisuuksien paraneminen, sillä tuoreus ja aromit eivät tuhoudu kuten lämpökäsittelyssä, sekä säilyvyyden paraneminen, mikä mahdollistaa lisäaineiden käytön vähentämisen.

Työn tuloksena oli tavoitteet täyttävä tuotekonsepti, johon kehitettiin kaksi erimakuista reseptiä. Molemmilla resepteillä voidaan valmistaa ravintosisällöltään ja kustannuksiltaan kilpailukykyisiä, aktiivisille liikkujille suunnattuja välipalajuomia, jotka soveltuvat käytettäväksi myös palautusjuomaksi harjoittelun jälkeen. Ajan rajallisuuden vuoksi säilyvyys varmistetaan lisäaineilla, mutta HPP-menetelmän testauksessa saatuja tuloksia käytetään tuotteen jatkokehityksessä ja uusien tuotantolaitteiden investointiharkinnoissa.

ASIASANAT:

konseptisuunnittelu, tuotekehitys, proteiinit, ravitsemus, lämpökäsittely, tekninen suunnittelu, korkeapainekäsittely

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

BioTechnology and Food Technology | Food Technology

April 2014 | 58

Instructors:

Tommi Laaksonen, Ph.D. (Food Technology), Senior Lecturer, Turku University of Applied Sciences

Jukka Kaitaranta, Ph.D., Managing Director, JKK Partners Oy Ltd

Milla Ranta

DEVELOPMENT OF PROTEIN-RICH PRODUCT CONCEPT

The aim of the thesis was to develop a sports enthusiast targeted product concept rich in protein. Much attention was paid to the wellbeing and health-promoting features of the concept. Other important features were naturalness and suitability for a large consumer group, because the market demand for protein-rich food products has grown rapidly in the recent years.

In the practical implementation the focus was especially on modern technology and its potential in the development of innovative and health-promoting products. The possibilities of replacing the heat treatment widely used in the food industry with the HPP treatment (High Pressure Processing) were studied by processing the developed products with HPP technology and testing them with both sensory and microbiological analyses.

The outcome of the experiments indicated that HPP treatment is a potential to the heat treatment of the developed products. In addition to the decreased processing costs of the product, the benefits of this method are for example improvement in sensory properties because the flavor and freshness are not affected as they are by heat treatment, and increased shelf life, which enables the reduction of additive use.

The outcome of the thesis was a concept meeting the objectives. Two recipes with different tastes, at competitive cost and with a favourable nutritional content, were developed for this concept. These products are classified as a drinkable snack for consumers with an active lifestyle and can also be used as a recovery drink after exercising. Due to the limited time, preservability was ensured with additives, but the results obtained in the testing of the HPP treatment will be used in the further development of the products and in the consideration of new production appliances.

KEYWORDS:

concept planning, product development, proteins, nutrition, heat treatment, technical planning, High Pressure Processing

SISÄLTÖ

SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 PROTEIINIT	9
3 PROTEIINIT IHMISEN RAVINNOSSA	11
3.1 Proteiinien pilkkoutuminen ja imeytyminen elimistössä	11
3.2 Proteiinien hyödyntäminen elimistössä	14
3.3 Proteiinien puutteen ja liikasaannin haittavaikutukset ihmisellä	16
4 PROTEIINIT AKTIIVISEN LIIKKUJAN RAVINNOSSA	17
4.1 Lihasmassan kehitys ja voimaharjoittelu	18
4.1.1 Voimaharjoitteluun valmistautuminen	20
4.1.2 Palautuminen	21
4.2 Kestävyysliikunta	22
4.2.1 Kestävyysharjoitteluun valmistautuminen	23
4.2.2 Palautuminen	23
4.3 Painonhallinta	24
4.3.1 Lihasmassan säilyttäminen painonpudotuksen aikana	25
4.3.2 Kylläisyys	25
4.4 Yleiset suositukset	26
5 PROTEIINIRIKKAAT TUOTTEET	30
5.1 Aktiiviselle liikkujalle suunnatut tuotteet	30
5.2 Painonhallintaan tarkoitetut tuotteet	32
5.3 Tuotetyypit	33
6 PROTEIININ LÄHTEET	34
6.1 Kasviperäiset proteiinit	35
6.1.1 Viljat	35
6.1.2 Palkokasvit	36
6.1.3 Hamppu	37
6.1.4 Peruna	38
6.2 Eläinperäiset proteiinit	38

6.2.1 Liha	39
6.3 Maitoperäiset proteiinit	39
6.3.1 Kaseiini ja kaseinaatti	40
6.3.2 Hera	41
6.3.3 Ternimaito	41
6.4 Munaproteiini	42
7 AKTIIVISELLE LIIKKUJALLE SUUNNATUN SÄILYVÄN PROTEIINIRIKKAAN JUOMAKONSEPTIN KEHITYS	44
7.1 Reseptikehitys	44
7.2 Yksikköoperaatiot	45
7.2.1 Laitteet ja toimintaperiaatteet	46
7.2.2 Yksikköoperaatioiden integrointi	50
8 TULOKSET	51
8.1 Juomakonsepti	51
8.2 Säilyvyys	52
8.3 Pakkaus	53
8.4 Konseptin jatkokehitys	53
9 YHTEENVETO	54
LÄHTEET	56

KUVAT

Kuva 1. Ihmisen ravitsemuksen kannalta oleellisten aminohappojen rakenteet	9
Kuva 2. Proteiinien pilkkoutuminen ja kulkeutuminen ohutsuolen epiteelisolussa	13
Kuva 3. Ihmisen lihaskudostyytit	19
Kuva 4. UKK-instituutin terveystiikuntasuositus 18-64 -vuotiaille	29
Kuva 5. Pintakaavinlämmönvaihdin (kuva on yksinkertaistettu versio käyttöohjeen kuvasta)	46
Kuva 6. Tuotteen kulku pintakaavinlämmönvaihtimessa	47
Kuva 7. Tuotteen käsittely HPP-laitteella	48
Kuva 8. <i>Listeria Monocytogenes</i> -bakteerin tuhoutuminen HPP-käsittelyssä	49
Kuva 9. HPP-laite Hiberbaric 55	49
Kuva 10. Tuotteen valmistuskaavio lämpökäsittelyä käytettäessä	50
Kuva 11. Linjaston mahdolliset kokoonpanot HPP-laitteen kanssa	50

TAULUKOT

Taulukko 1. Ihmiselle välttämättömät aminohapot	11
Taulukko 2. Energiaravintoaineiden energiapitoisuus	15
Taulukko 3. Pohjoismaiset ravitsemussuositukset	26
Taulukko 4. Aminohappojen saantisuositukset painokiloa kohden	27
Taulukko 5. Energian tarpeen arvio aktiivisuuden mukaan	27
Taulukko 6. Proteiinin optimaalinen aminohapposisältö	34
Taulukko 7. Aminohapot (mg) 100 grammassa perusuokavalion proteiininlähteitä	43
Taulukko 8. Konseptiin kehitettyjen tuotteiden arvioidut ravintosisällöt	51
Taulukko 9. HPP-käsittelyn tehokkuuden osoittaminen	52

SANASTO

ATP	Adenosiinitrifosfaatti. Solut käyttävät ATP:ssa olevien suurienergisten fosfaattisidosten energiaa toimintoissaan. (1)
BCAA	Branched-Chain Amino Acids. Merkinnällä tarkoitetaan haaraketjuisia aminohappoja, leusiinia, isoleusiinia sekä valiinia. (2)
BV tai Biologinen arvo	Ilmaisee proteiinin laatua kehoon imeytyvän typen ja proteiinin sisältämän typen suhteen avulla. (2)
EAA	Essential Amino Acids. Merkinnällä tarkoitetaan välttämättömiä aminohappoja, leusiinia, isoleusiinia, valiinia, lysiiniä, metioniinia, treoniinia, tryptofaania, sekä fenyyialaniinia. (2)
GI	Glykeeminen indeksi pyrkii kuvaamaan ruoka-aineen hiilihydraattien imeytymisnopeutta ja niiden aiheuttamaa muutosta verensokerissa verrattuna referenssiruoka-aineeseen (esim. glukoosiliuos). (3)
PDCAAS-arvo	Protein Digestibility - Corrected Amino Acid Score. Arvo kuvaa miten suuren osan kyseisen proteiinin tyypestä keho pystyy hyödyntämään. (2)
VO ₂ max	Maksimaalinen hapenotto- ja verenkiertoelimistön kykyä kuvaava hengitys- ja verenkiertoelimistön kykyä kuljettaa happea maksimaalisen fyysisen rasituksen aikana. Ruumiinpaino huomioidaan yleensä arvossa (mL/kg/min). (4)

1 JOHDANTO

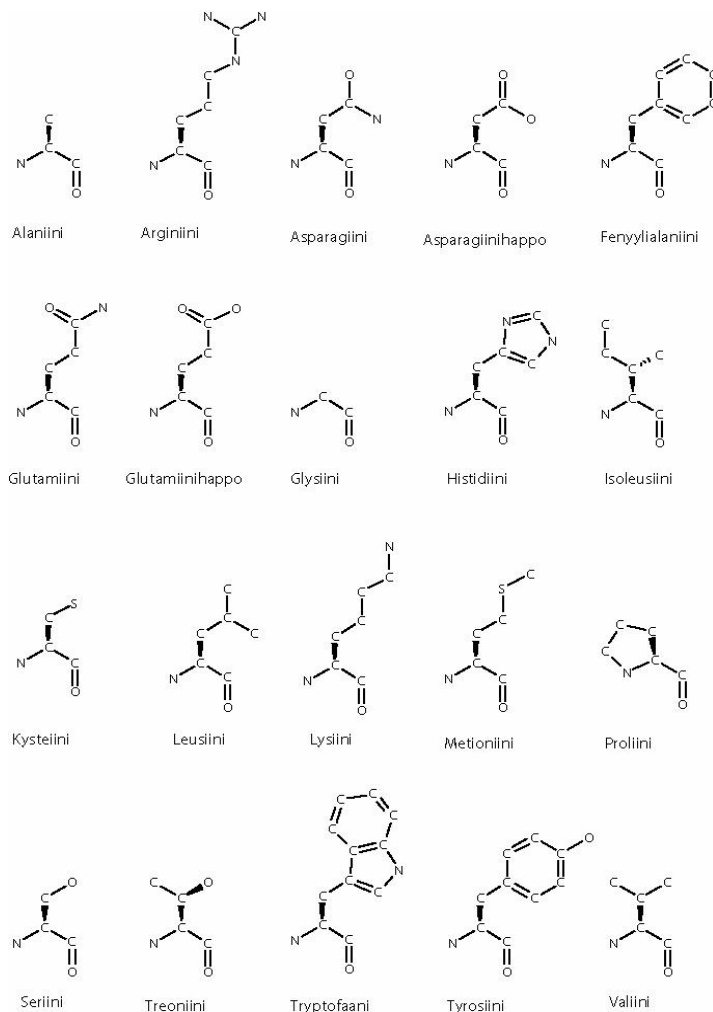
Terveys ja hyvinvointi ovat tasapainoisen elämän peruspilareita ja niiden kehittäminen yhdistämällä liikunta ja sitä tukeva oikeanlainen ravitsemus on kasvava trendi. On erittäin positiivista, että terveys ja hyvinvointi ovat koko ajan lisänneet suosiotaan keskustelunaiheina ja tavoiteltavina arvoina. Samaan tapaan nousuhdanteessa ovat olleet myös ravinnon puhtaus ja prosessoimattomuus. Ajan mittaan on huomattu erilaisten kemikaalien lisäämisen ravintoon sekä runsaan prosessoinnin vaikuttavan negatiivisesti terveyteen. (5) Tämä on luonut tarpeen ohjata kehitystä suuntaan, jossa ihmisten ravinto tuotettaisiin mahdollisimman puhtaasti ja luonnollisesti, kuitenkin niin, että se sisältäisi kaikki ravitsemuksen kannalta tarpeelliset ainekset tukien terveyden ja hyvinvoinnin kasvua ja kehitystä.

Urheilijat ovat jo hyvin pitkään olleet tietoisia proteiinien tärkeästä roolista ravinnossa. Lisääntyneen keskustelun ja proteiinitietoisuuden myötä nykyään myös terveystietoiset ja aktiivisen elämäntavan omaavat ihmiset tarkkailevat ostamiensa tuotteiden proteiinipitoisuutta ja -sisältöä. Aktiiviliikkujien määrän lisääntyä on markkinoille tullut runsaasti proteiinirikkaita tuotteita monissa erilaisissa muodoissa. Erityisesti päivittäistavarakauppojen valikoimiin on tullut lukuisia erimerkkisiä proteiinipitoisia juomia ja patukoita, jotka ovat tarkoitettu nautittaviksi sellaisinaan kerta-annoksina. Nämä tuotteet on suunnattu pääsääntöisesti juuri terveydestä kiinnostuneille ja aktiivisesti liikuntaa harrastaville kuluttajille täydentämään ravintoa ja tukemaan harjoittelua.

Ongelmana on, että pääosa markkinoille varsin nopealla vauhdilla ilmestyneistä tuotteista on pitkälle prosessoituja, lisä- ja säilöntäaineita sisältäviä seoksia. Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä ravinnon proteiinien merkitykseen aktiiviliikkujalle, sekä kehittää aktiiviselle liikkujalle suunnattu proteiinirikas tuotekonsepti, joka sisältäisi runsaasti laadukkaita proteiineja luonnollisessa muodossa, sekä mahdollisimman vähän lisäaineita.

2 PROTEIINIT

Proteiinit löydettiin 1800 -luvun alkupuolella ja niitä kuvailtiin tyypeä sisältäväksi, elämälle välttämättömäksi ravinnon osaksi. Tekniikka ja tiede ovat kehittyneet tuon jälkeen ja nykyään proteiineista tiedetään paljon enemmän. Proteiinit koostuvat aminohapoista, joita tiedetään esiintyvän luonnossa noin 140 erilaista, mutta vain pieni osa niistä esiintyy ihmisen ravinnossa olevien proteiinien rakenneosina. Ihmisen ravinnon kannalta oleellisia aminohappoja on 20 (Kuva 1) ja näiden 20 aminohapon koodi löytyy myös solujen mRNA:sta. Toisin kuin muut energiapitoiset ravintoaineet proteiinit, joiden rakennusosia aminohapot ovat, sisältävät hiilen, hapen ja vedyn lisäksi myös rikkiä ja typpeä. (6)



Kuva 1. Ihmisen ravitsemuksen kannalta oleellisten aminohappojen rakenteet (7)

Proteiinit siis koostuvat aminohapoista, joista kussakin on aminoryhmä, $-NH_2$, sekä karboksyyliiryhmä, $-COOH$, kiinnittyneenä samaan hiiliatomiin. Samaan hiileen on kiinnittyneenä myös yksi vetyatomi, $-H$, sekä kyseiselle aminohapolle ominainen sivuketju. Dipeptidillä tarkoitetaan kahta toisiinsa liittynyttä aminohappoa ja tripeptidillä puolestaan kolmen aminohapon kytköstä. Kun aminohappoja on kiinnittyneenä toisiinsa useampia, niitä kutsutaan polypeptideiksi. Proteiineilla on kolmiulotteinen rakenne, konformaatio, joka voi esiintyä erilaisissa asennoissa. Luonnollisesta ravinnosta saatavat proteiinit ovat lähes aina konformaationsa L-muodossa (kuten edellä Kuva 1). (2)

Proteiinit voidaan luokitella korkealaatuisiin ja heikompilaatuisiin sen mukaan sisältävätkö ne kaikkia välttämättömiä aminohappoja (korkealaatuiset) vai puuttuuko niistä yksi tai useampi välttämätön aminohappo kokonaan, tai onko sen määrä optimiin nähden liian alhainen. Määrän vähäisyydellä on vaikutusta erityisesti silloin, kun aminohappo on rajoittava tekijä jossain synteesissä. Harvat kasvikunnan tuotteista saatavat proteiinit sisältävät kaikkia välttämättömiä aminohappoja. Proteiinien tehokkuussuhteella tarkoitetaan kehon massan lisääntymistä nautittua proteiinigrammaa kohden (ei tehdä eroa lihas- ja rasvamassan välillä). Proteiinin biologinen arvo ilmaisee proteiinin laatua kehoon imeytyvän tyypin ja proteiinin sisältämän tyypin suhteen avulla. Nettohyötyaste ilmaisee suhteen ravinnon sisältämän ja proteiinisynteesiin käytetyn aminohappomäärän välillä. Aminohappoarvo on vertailuarvo, jossa proteiinin vähiten sisältämän välttämättömän aminohapon määrää verrataan ”ideaalisen” aminohappokoostumuksen sisältävään proteiiniin (esim. munaproteiiniin). PDCAAS -arvo on aminohappoarvo, jonka laskemisessa on otettu huomioon proteiinien pilkkoutumis- ja imeytymistehokkuus elimistössä. Korkeaa PDCAAS -arvoa pidetään laajalti yhtenä parhaimmista proteiinin laadun indikaattoreista. (2)

3 PROTEIINIT IHMISEN RAVINNOSSA

Ihmisen elimistö ei pysty tuottamaan riittävästi tai laisinkaan noin kahdeksaa 20 sille oleellisesta aminohaposta - niitä kutsutaan välttämättömiksi aminohapoiksi ja ne on saatava ravinnosta elimistön ja elintoimintojen ylläpidon ja kehityksen turvaamiseksi. Lapsille ja erityisesti keskosille välttämättömiä aminohappoja on useampia kuin aikuisilla (Taulukko 1). (8)

Taulukko 1. Ihmiselle välttämättömät aminohapot (8)

Aikuiselle välttämättömät	Lapselle lisäksi välttämättömät	Keskoselle lisäksi välttämättömät
Isoleusiini	Arginiini	Arginiini
Leusiini	Histidiini	Histidiini
Lysiini		Kysteiini
Metioniini		Tyrosiini
Fenyylialaniini		
Treoniini		
Tryptofaani		
Valiini		

Aikuiselle ihmiselle välttämättömiä aminohappoja on kahdeksan (lapsilla kymmenen, sillä lapsen elimistö ei pysty valmistamaan tarpeeksi kaikkia nopeaan kasvuun ja kehitykseen tarvittavia aminohappoja saamastaan ravinnosta). (8) Joidenkin lähteiden mukaan myös histidiini luetaan aikuisille välttämättömiin aminohappoihin. (2)

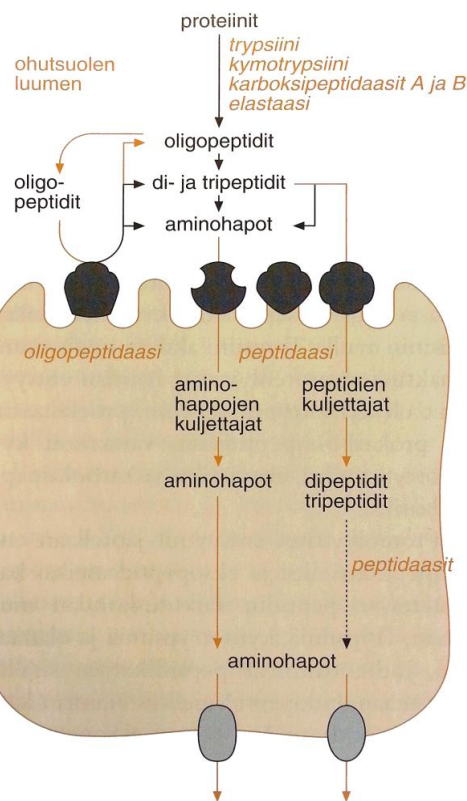
3.1 Proteiinien pilkkoutuminen ja imeytyminen elimistössä

Ruansulatus on elimistön väline muuttaa nautittu ravinto käyttökelpoiseen muotoon. Proteiinien osalta pilkkoutuminen alkaa mahalaukussa, jossa saapuva ravinto stimuloi gastriinin erittymistä, mikä puolestaan lisää mahahapon eritty-

mistä katesoluista. Happamissa olosuhteissa proteiinit turpoavat ja aktivoivat maharauhasten pääsoluista erittyvät proteaasien esiasteet, pepsinogeenit. Pepsinogeenit muuttuvat pepsiineiksi (optimi pH-arvo 1,6-3,2), jotka pilkkovat korkeintaan 15 % ravinnon proteiineista. Tuloksena syntyy peptidejä (polypeptidejä ja oligopeptidejä) sekä vapaita aminohappoja. (8)

Mahalaukusta ruokasula siirtyy suolistoon, jossa proteiinien varsinainen sulatus tapahtuu. Suoliston pH-arvo on korkeampi kuin mahalaukussa ja mahalaukussa erittyneet proteolyttiset entsyymit inaktivoituvat. Ruokasulan siirtyminen mahalaukusta pohjukaissuoleen (duodenum) lisää sekretiinin ja kolekystokiniinin erittymistä ja nämä puolestaan stimuloivat haimanesteen erittymistä. Haimaneste sisältää tsymogeenejä, jotka ovat inaktiivisia proteolyttisiä entsyymejä (trypsinogeeni, kymotrypsinogeeni, proelastaasi ja prokarboksipeptidaasi). Ohutsuolen seinämästä erittyy enteropepsidaasia, jonka vaikutuksesta trypsinogeeni aktivoituu muuttuen trypsiiniksi. Trypsiini toimii autokatalyyttisesti niin kauan kuin ruokasulassa on riittävästi hajoamatonta proteiinia, aktivoiden samalla muut haiman erittämät proteolyttiset entsyymit kymotrypsiiniksi, elastaasiksi ja karboksipeptidaasiksi. (8)

Trypsiini, kymotrypsiini ja elastaasi ovat endopeptidaaseja ja vaikuttavat peptidiketjun sisällä. Eksopeptidaasit karboksipeptidaasi A ja -B pilkkovat aminohappoja polypeptidien karboksyylipäästä. Endo- ja eksopeptidaasit toimivat limittäin hajoamisen edetessä. Oligopeptidit, jotka ovat ketju yhteen liittyneitä aminohappoja, pilkkoutuvat epiteelisoluissa ja niiden solukalvoilla (Kuva 2). Epiteelisolun suuripinta-alaisella solukalvolla on amino- ja dipeptidaaseja, jotka pilkkovat peptidit aminohapoiksi sekä di- ja tripeptideiksi. Proteiinien sulatuksen viimeinen vaihe, di- ja tripeptidien pilkkoutuminen aminohapoiksi, tapahtuu epiteelisolun sytoplasmassa solunsisäisten peptidaasien vaikutuksesta. (8)



Kuva 2. Proteiinien pilkkoutuminen ja kulkeutuminen ohutsuolen epiteelisolussa (8)

Terveen ihmisen elimistössä proteiinien imeytyminen on tehokasta, sillä limakalvoilla on runsaasti erilaisia kuljetusproteiineja (di- ja tripeptidien kulkeutuminen), jotka toimivat diffuusioperiaatteella (aminohappojen kulkeutuminen) tapahtuvan kuljetuksen rinnalla. Epiteelisolujen basolateraaliselta puolelta proteiinien hajoamistuotteet (pääasiassa aminohappoja, sekä hieman di- ja tripeptidejä, Kuva 2) kulkeutuvat verenkierron mukana (laskimoa pitkin) maksaan. Maksa on kehon pääasiallinen kataboliakeskus, jossa välttämättömät aminohapot hajoavat. Maksan lisäksi lihakset ja munuaiset osallistuvat välttämättömien haaraketjuisten aminohappojen hajotukseen. Maksa säätelee aminohappojen hajotusta ja pääsyä verenkiertoon elimistön tarpeiden mukaisesti. (8)

Haaraketjuiset aminohapot (BCAA) sekä välttämättömät aminohapot (EAA) imeytyvät muita aminohappoja nopeammin. Neutraalit aminohapot imeytyvät happamia (aspartaatti, glutamaatti) sekä emäksisiä (histidiini, lysyiini, arginiini, hydroksilyysiini) aminohappoja nopeammin. (2)

Kaikki 20 aminohappoa voivat hajota eli hydrolysoitua hiilidioksidiksi (CO_2) ja vedeksi (H_2O), kunhan aminoryhmä (kaikissa aminohapoissa, NH_2) on ensin irronnut. Aminohaposta irronnut aminoryhmä siirtyy maksaan pääsääntöisesti glutamiinin ja alaniinin mukana, ja detoksifioituu metabolisesti stabiiliksi ureaksi. Aminoryhmästä syntetisoidaan ureaa ureasyklissä. Reaktioketjuun tarvitaan aminoryhmän lisäksi hiilidioksidia ja energiaa ($\text{CO}_2 + \text{ATP}$) ja se on tärkeä menetelmä typpien erittämiseksi pois elimistöstä. Vapaa typpi (N) on elimistölle haitallista. Typpiä erittyy elimistöstä virtsassa, ulosteissa ja ihon kautta. Leusiinia ja lysiiniä lukuun ottamatta elimistö voi käyttää aminohappojen hiiliketjut glukoosin tuottamiseen. Aminohappojen metabolia päättyy joko glukoneogeneesiin (pääasiassa maksassa tapahtuva reaktioketju, jonka lähtöaineita ovat laktaatti, glyseroli ja jotkin aminohapot, ja jossa syntyy glukoosia (6)) tai ketogeneesiin (maksassa tapahtuva reaktioketju, jossa muodostuu ketoaineita, joita erityisesti aivot käyttävät energianlähteenä) ja urean tuottamiseen. (8)

3.2 Proteiinien hyödyntäminen elimistössä

Ruuan sulatuksen jälkeen ravinnon proteiini on elimistön solujen käytettävissä. Myös epiteelisolut käyttävät proteiineja solun omien proteiiniensa synteesiin. Noin puolet solun kuivapainosta koostuu proteiineista. Proteiinia tarvitaan elimistössä moniin tehtäviin, jotka voidaan karkeasti jakaa neljään osaan: rakennusaineeksi, energiantuotantoon, typettömien yhdisteiden synteesiin, sekä typpiä sisältävien metaboliittien synteesiin. Proteiineilla on myös tärkeä osa kehon nestetasapainon säilyttämisessä niiden vedensidontakyvyn ansiosta. (8)

Proteiinit toimivat rakennusaineina muun muassa lihaksille, immuunipuolustukselle (vasta-aineet), kuljetusproteiineille (esim. hermostossa ja veressä), hermostolle (osallistuvat hermosignaalien välitykseen), hormoneille sekä entsyymeille. Kaikkia proteiinien valmistamiseen vaadittavia aminohappoja on oltava elimistön saatavilla sekä samanaikaisesti että riittävästi: proteiinisynteesiä rajoittaa aina se tekijä, jota on vähiten suhteessa sitä tarvittavaan määrään. Hormoneja, joiden rakennusaineena proteiinit toimivat, on lukuisia. Esimerkiksi ai-

vojen pohjaosassa sijaitseva hypotalamus tuottaa yhdeksää ja etulohkossa sijaitseva adenohipofyysi kahdeksaa proteiinipohjaista hormonia. Proteiinit ovat myös elimistön tukikudosten merkittäviä rakennusaineita ja tuovat siihen joustavuutta ja vahvuutta (esim. elastiini ja kollageeni). (6)

Elimistö käyttää proteiineja myös energianlähteenä (Taulukko 2), mutta sen tarvitsee ensin käsitellä ne energiantuotannon kannalta hyödynnettävään muotoon. Proteiinien sisältämästä energiasta noin 30 % kuluu tähän muuntamisprosessiin, eikä proteiini ole kehon ensisijainen energianlähde. Hiilihydraateilla vastaavaan prosessiin kuluu noin 5-10 % ja rasvalla noin 3 % niiden sisältämästä energiasta. (8)

Taulukko 2. Energiaravintoaineiden energiapitoisuus (9)

	Atwaterin kertoimet*		fysikaalinen energia-arvo (kcal/g)	imeytymistehokkuus (%)	menetykset virtsassa (kcal/g)
	(kcal/g)	(kJ/g)			
proteiinit	4	17	5,6	92	1,25
hiilihydraatit	4	17	4,1	99	
rasvat	9	37	9,4	95	
alkoholi	7	29	7,1	100	

*Atwaterin kerroin vastaa elimistön käytettävissä olevaa energiamäärää ja siinä on huomioitu imeytymistehokkuus ja hajoamistuotteiden erittyminen.

Ihmisen energiansaanti perustuu yhdisteiden suurienergiisiin sidoksiin, joita hyödyntämällä elimistö voi varastoida tai vapauttaa käyttöönsä energiaa. Näistä yhdisteistä tärkein on ATP (adenosiinitrifosfaatti) ja sen sisältämän energian elimistö saa nopeasti käyttöönsä. ATP:tä on elimistössä kuitenkin suhteellisen vähän ja se vaihtuu nopeasti. Tämän vuoksi ATP ei toimi pitkäaikaisena energiavarastona, vaan elimistö varastoi energian eri muotoihin ja muuntaa sitä tarpeen tullen käyttökelpoiseen muotoon energia-aineenvaihduntansa avulla. Lihas- ja hermokudoksissa on lisäksi kreatiinfosfaattia, jota elimistö voi hyödyntää energia-aineenvaihdunnassaan erityisesti liikunnan alussa ja anaerobisissa olosuhteissa. Energiatasapaino vallitsee, kun elimistö kuluttaa yhtä paljon energiaa kuin se ravinnosta saa. (8)

3.3 Proteiinien puutteen ja liikasaannin haittavaikutukset ihmisellä

Proteiinien hydrolyysia ruuansulatuksessa saattaa heikentää muun muassa mahalaukun kyvyttömyys tuottaa riittävästi suolahappoa (HCl). Tätä esiintyy erityisesti vanhemman väestön parissa ja sillä voi olla vaikutusta ravitsemustasapainoon. Liian vähäinen proteiiniensaanti voi vaikuttaa myös nestetasapainoon ja elimistön happamuuteen, sillä veren proteiinit ovat luontaisia puskureita sekä hapoille että emäksille ja tärkeä tekijä kehon nestetasapainon säätelyssä. (6) Veriplasman liian alhainen proteiinipitoisuus voi aiheuttaa edeemaa, eli turvotusta nesteen kertyessä kudoksiin (soluvälitilaan). (10)

Terveessä elimistössä vallitsee typpitasapaino ravitsemuksen ollessa kunnossa. Tämä tarkoittaa että elimistöstä poistuu eritteiden mukana yhtä paljon typpeä kuin se tuottaa käyttöönsä (ruuan ja solujen proteiinien hajotuksella). Sairauden tai trauman aikana typpitaso on usein negatiivinen, eli typpeä poistuu suhteessa enemmän kuin elimistö ehtii tuottaa. Kasvun ja palautumisen aikana typpitaso on positiivinen, eli typpeä poistuu vähemmän kuin ruuasta ja soluista vapautuu. (8)

Pitkäaikaisella rikki- ja kalsiumin puutteen proteiinien liikasaannilla saattaa olla epäsuorasti verenpainetta nostava vaikutus. Tämä perustuu rikki- ja kalsiumin puutteen aiheuttamiin mikroaurioihin munuaisen rakenteessa ja sen myötä munuaisten nefronimassan vähenemiseen ja siitä seuraavaan verenpaineen nousuun. (11)

Proteiinit ovat välttämätön osa ihmisen ravintoa, mutta jotkin proteiinit tai peptidit voivat esim. aiheuttaa allergioita. Tämän vuoksi on laadittu suosituksia erityisesti pienten lasten ravinnosta. Proteiinin puutossairaudet (kvasiorkor ja marasmi) ovat yleistä kehitysmaissa ja oireina voi ilmetä esim. ripulia, oksentelua, iho- ja hiusmuutoksia sekä apatiaa. Proteiinien puutosta voi ilmetä myös leikkauksipotilailla leikkauksen jälkeen, sekä heikentyneen ruokahalun tai vakavan sairauden seurauksena. (12)

4 PROTEIINIT AKTIIVISEN LIIKKUJAN RAVINNOSSA

Monipuolisesti ja tasapainoisesti syövä terve ihminen saa lähestulkoon aina ravinnostaan riittävästi kaikkia välttämättömiä aminohappoja. Liikunnan ja painonhallinnan tukena käytettävät tarkoitukseen suunnitellut tuotteet voivat kuitenkin parantaa tuloksia ja motivoida pyrkimään kohti tavoitteita. Motivaation ja halutunlaisten tulosten saavuttamisen ja ylläpidon kannalta oman kehon ja ravinnon vuorovaikutuksen ymmärtäminen on olennaista. Aktiivisuus tuo elämään paljon sisältöä - terveyttä, jaksamista, nautintoa ja iloa - samalla asettaen vaatimuksia tasapainon ylläpitämiseksi. Liikunnan ohella oikein koostettu ruokavalio ja riittävä lepo ovat tämän tasapainon peruspilareita. Ravitsemustietoinen aktiivinen liikkuja kykenee poimimaan markkinoiden valtavasta valikoimasta itselleen oikeat, kehitystään ja tasapainoaan ylläpitävät valmisteet.

Kutakin välttämätöntä aminohappoa tarvitaan kehossa proteiinisynteesiin noin 0,5-1,5g/vrk ja jo yhden välttämättömän aminohapon puute vaikuttaa proteiinisynteesiin. Kasvavilla lapsilla proteiiniinsaannista 40 % tulisi koostua välttämättömistä aminohapoista kun taas aikuisella vastaavaksi pitoisuudeksi riittää 20 % koko proteiinin määrästä. (8) Proteiiniinsaanti olisi hyvä jakaa melko tasaisesti päivän aterioiden ja painottaa proteiiniinsaantia harjoittelun läheisyydessä. Näin keholla olisi lihaksiston kehitykseen ja ylläpitoon tarvittavia ravinteita saatavilla koko päivän ajan. (2)

Lihasten supistuminen perustuu supistuvien proteiinien kuten myosiini, aktiini, troponiini ja tropomyosiini, supistumiseen. Lihasmassasta noin 55 % on myosiinia ja sen aminohappoketjut kuuluvat pisimpiin ihmiskehossa oleviin ketjuihin. Aktiini on myosiinia pienikokoisempi proteiini ja muodostaa säiemäisiä rakenteita esim. tropomyosiinin kanssa, joka puolestaan toimii lihaksen ollessa lepotilassa (estää myosiinimolekyyliä tarttumasta aktiiniin). Troponiini toimii tropomyosiinin tavoin säätelijäproteiinina ja sen tehtävä on sitoa kalsiumioneja (Ca^{2+}). (6)

Optimaalinen proteiinin saanti (kehityksen kannalta) riippuu yksilöstä ja liikuntalajeista. Etenkin lihasmassan kasvua tavoiteltaessa proteiinin tarve ja optimaalinen proteiinin saanti eroavat usein toisistaan. Näin on siksi, että kehon proteiinin hyväksikäyttö näyttäisi tehostuvan harjoittelun myötä ja riittävä proteiinin saanti, eli proteiinin tarve, on laskettu pitäen tasapainoa kohdearvona. Todellisuudessa optimaalinen proteiinin saanti lihasmassan kasvattajalle on kuitenkin hieman tasapainon positiivisella puolella. Myös painonpudotuksen aikana optimaalinen proteiinin saanti poikkeaa proteiinin tarpeesta. (2)

Proteiinivalmisteen valitseminen omat tarpeet huomioiden ja omaa kehoa kuunnellen on tärkeää. On kiinnitettävä huomiota myös siihen, miten paljon proteiinia on prosessoitu. Pidemmällä tähtäimellä proteiinien hitaampi imeytyminen vaikuttaisi olevan terveellisempää, sillä silloin myös suoliston solut ehtisivät käyttää proteiineja paremmin hyödykseen, ja veren aminohappopitoisuus pysyisi tasaisempana. Hitaalla imeytymisellä on olennainen rooli myös kylläisyyden tunteen kannalta. Heti harjoittelun jälkeen nautittavat nopeammin imeytyvät proteiinit kuitenkin nopeuttavat palautumisen alkamista koska lihakset saavat nopeasti suuren määrän aminohappoja käyttöönsä. Myös proteiinien nauttiminen yhdessä hiilihydraattien kanssa tehostaa insuliinivastetta ja nopeuttaa palautumista. (2)

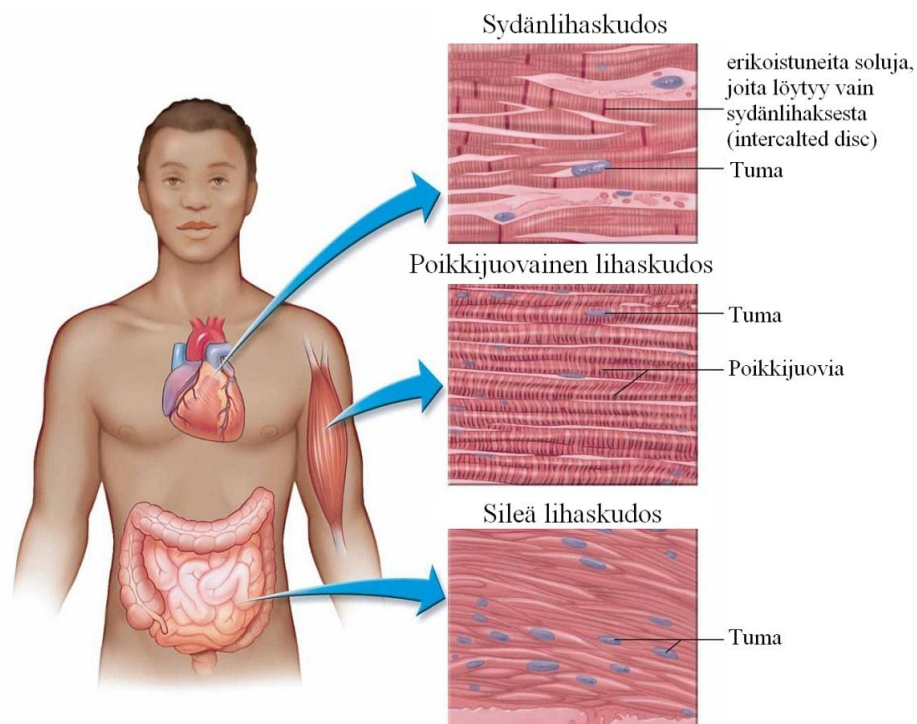
Harjoittelun painottuminen joko voiman tai kestävyuden kehitykseen asettaa ravitsemukselle tiettyjä ominaisvaatimuksia, mutta molemmissa tapauksissa hyvänä pohjana toimii aktiiviselle liikkujalle suositeltava terveellinen ja monipuolinen ruokavalio. Tämä tulee yhdistää riittävään lepoon ja kehonhuoltoon. Myös säännöllisyys ja oikean pituinen ateriatiheys ovat tärkeitä (yksilöllisiä) ominaisuuksia. (2) Eroja näiden välillä kuitenkin löytyy ja ottamalla nämä erot huomioon, saadaan harjoittelusta enemmän hyötyä ja optimaalisempia tuloksia.

4.1 Lihasmassan kehitys ja voimaharjoittelu

Riittävä lihasvoima on tärkeä ominaisuus jokapäiväisen elämän sujuvuuden kannalta. Ihminen käyttää liikkumiseen luurankolihaksia (aktiivisesti liikkuvilla

miehillä noin 45 %, naisilla noin 35 % kehon painosta) ja niiden massaa sekä voimaa voi kehittää ja kasvattaa harjoittelulla. Luurankolihas koostuu lihassyistä (joka koostuu lihassoluista) ja tukikudoksesta. Lihassoluja voi olla luurankolihasessa yleensä noin kymmenestä tuhannesta yli miljoonaan. Lihassolujen määrä ja koko vaikuttaa lihaksen ominaisuuksiin kuten kokoon. Lihaksilla on useita toimintoja, sillä ne voivat supistua aktiivisesti, vastustaa venytystä tai ylläpitää senhetkistä pituuttaan. Näin lihassolut suojaavat kehon rakenteita rikkoutumiselta, kannattelevat kehoa ja mahdollistavat liikkumisen. (2)

Ihmiskehossa on pääasiassa kolmenlaista lihaskudostyyppiä (Kuva 3): poikkijuovaista (tahdonalaista), sileää (muun muassa verisuonten ja suolten ympärillä) sekä sydänlihaskudosta (kahden edellisen välimuoto ja esiintyy vain sydämessä). (13) Tahdonalaista lihaskudosta on mahdollista kasvattaa ja vahvistaa kuormittamalla sitä erilaisilla harjoitteilla ja vastuksilla.



Kuva 3. Ihmisen lihaskudostyyppit (14)

Lihassolut voidaan jakaa kolmeen luokkaan: 1, 2a ja 2x. Luokitus perustuu solun supistumisominaisuuksiin. 1-luokan solut supistuvat hitaasti, mutta ovat kes-

täviä. 2a -luokan solut supistuvat nopeasti ja ovat melko kestäviä. 2x-luokan solut ovat nopeimpia ja vahvimpia, mutta väsyvät myös nopeimmin. Luurankoli-
hasten massasta proteiinia on noin 18 %, minkä lisäksi niissä on myös hieman erilaisia hiilihydraatteja ja rasvoja. Loput massasta on vettä. Keho syntetisoi ja hajottaa noin 1-2 % luurankoli-
hasten koko proteiinimäärästä päivittäin ja viikon aikana yli puolet lihasten supistumiseen osallistuvista proteiineista uusiutuu. (2)

Voimaharjoittelu kasvattaa harjoitettavan lihaksen kokoa. Harjoittelun myötä lihassolun myofibrillaaristen proteiinien määrä kasvaa: aluksi myofibrillit kasvavat kokoa, minkä jälkeen saavutettuaan tietyn pisteen ne puolittuvat, jolloin niiden lukumäärä kasvaa. Lihassolun tiheys säilyy samana, mikä tarkoittaa että se vaatii enemmän tilaa ja tämän vuoksi sen koko kasvaa. Lihassyiden pituus säilyy lähestulkoon samana ja ne kasvavat leveyssuunnassa, eli paksuntuvat. Lihassyyn paksuus vaikuttaa supistumisvoimakkuuteen ja pituus puolestaan supistumisnopeuteen. Venyttely vaikuttaa lihassyiden pituuteen kasvattavasti. Lihassolujen kasvaessa myös tukikudoksen määrä kasvaa suurin piirtein samassa suhteessa myofibrillaarisiin proteiineihin nähden. Yksittäinen harjoitus aloittaa lihaksessa kehitysprosessin, mutta vain toistuvalla harjoittelulla syntyy ketju, joka johtaa pysyviin tuloksiin. (2)

Kehon lihasmassa voi maksimissaan lisääntyä henkilöstä riippuen noin puoli kiloa (0,5 kg) viikossa, mikä tarkoittaa noin 15 gramman lihasproteiinimassan kasvua päivittäin. Tämäkin tulos vaatii äärimmäisen tehokasta harjoittelua. Proteiinin tarve perustuukin suurimmilta osin proteiinien nopeaan vaihtumiseen ja uusiutumiseen kehossa. Jo olemassa oleva lihasmassa sekä muut proteiinia vaativat synteetit tarvitsevat tietyn määrän proteiinia päivittäin. Jotta lihasmassalla olisi mahdollisuus kasvaa, täytyy keholla olla saatavilla enemmän proteiinia kuin mitä senhetkisen koostumuksen ylläpitäminen vaatii. (2)

4.1.1 Voimaharjoitteluun valmistautuminen

Kevyesti tai keskivertaisesti rasittavaa harjoitusta ennen riittää mainiosti perusravinnon nauttiminen, kun kiinnitetään huomiota sisältöön, laatuun ja määrään.

Juuri ennen harjoitusta ei kannata nauttia mitään huonosti tai hitaasti sulavaa ravintoa, sillä se voi johtaa vatsan ja suoliston ärtymiseen harjoittelun aikana.

Lisäravinteita käytettäessä tutkimukset (15,16) ovat osoittaneet, että parhaimpiin tuloksiin voiman ja lihasmassan suhteen päästään, kun nautitaan proteiinihiilihydraatti-kreatiini -yhdistelmää välittömästi ennen ja jälkeen harjoittelun. Välittömästi harjoittelun läheisyydessä vaikuttaisi olevan eniten hyötyä juuri nopeasti imeytyvien proteiinien nauttimisella. (2)

4.1.2 Palautuminen

Lihakset kasvavat levon aikana, minkä vuoksi palautumisvaihe on vähintäänkin yhtä tärkeä kuin itse harjoittelu. Harjoittelun tehosta ja kestosta riippuen lihasten proteiinisynteesi voi olla kohonneena jopa 24-48 h harjoituksen jälkeen. Tärkeää olisi kuitenkin nauttia palauttava ateria, joka sisältää hiilihydraatteja sekä laadukkaita proteiineja, noin puolen tunnin kuluessa harjoittelusta. Palauttavan aterian tulisi sisältää ainakin helposti imeytyviä, korkean biologisen aktiivisuuden omaavia proteiineja (esim. hera), mutta myös hitaammin imeytyvät proteiinit ovat jo tällä aterialla hyödyllisiä (esim. kaseiini ja munaproteiini), sillä ne takaavat tasaisen aminohappopitoisuuden ja palautumisen tehokkaan jatkumisen vielä kauan harjoittelun jälkeen. Hiilihydraattien nauttiminen on tärkeä energia- ja varastojen täydentämiseksi ja lisäksi se stimuloi insuliinin eritystä. (2) Insuliini voimistaa aminohappojen kulkeutumista lihassoluihin ja tehostaa palautumista. (8) Välittömästi harjoittelun jälkeen nautittavan ravinnon tulisi olla rasvatonta tai vähärasvaista, sillä rasvasta on enemmän haittaa kuin hyötyä tällä aterialla. (17)

Riittävä unensaanti on äärimmäisen tärkeää levon kannalta, sillä juuri unen aikana keho uudistuu eniten. Unentarve on yksilöllinen, mutta yleisesti aikuisille suositellaan noin 7-8 h unta yötä kohden. Myös unen laadulla ja unirytmillä on väliä. Säännölliset nukkumaanmeno- ja heräämisajat ovat avainsanoja unirytmien sääntelyssä. Raskasta liikuntaa ei tulisi harrastaa juuri ennen nukkumaanmenoa ja piristeiden (kuten kofeiini) nauttiminen on syytä lopettaa jo tunteja en-

nen arvioitua nukkumaanmenoa. Myös veressä oleva alkoholi voi haitata nukahtamista ja erityisesti heikentää unen laatua. Unen tulisi lisäksi olla yhtäjaksoista - päiväunilla ei voi korvata yöunia, vaikka niillä voikin lievittää huonosti nukutun yön seurauksena tullutta univajetta. Palautumista voi riittävien yöunien lisäksi tehostaa myös rentoutumisella ja rentoutumisharjoitteilla. (18,19,20)

4.2 Kestävyyssiikunta

Kestävyysharjoittelu (esim. pidemmän matkan pyöräily tai juoksu) kuluttaa paljon energiaa ja hiilihydraatit ovat tärkein energianlähde kestävyysliikkujalles: alle 30 % VO_2 max:n alueella (levossa ja hyvin kevyessä liikunnassa) pääosa (noin 80 %) energiasta tulee rasvoista, mutta tämän rajan ylittyessä hiilihydraattien merkitys energianlähteenä kasvaa. Teholtaan > 70 % VO_2 max:n alueella suurin osa energiasta on peräisin hiilihydraateista. Proteiineista saadaan energiaa kestävysharjoituksen aikana vain noin 1-6 %. Tästä huolimatta myös proteiinit ja rasvat ovat hyvin tärkeitä kestävyssiikuntaa harrastaville. Runsaan hikoilun vuoksi on kiinnitettävä huomiota myös neste- ja kivennäisainetasapainoon. Nestettä tulisi nauttia ennen harjoitusta, sen aikana tarpeen mukaan, sekä ehdottomasti myös sen jälkeen. Hikoilussa ja aineenvaihdunnassa on yksilöllisiä eroja ja nämä on hyvä ottaa huomioon tarvittavan nesteen määrää arvioitaessa. Suuntaa-antava suositus on 0,4-1,2 L/h. (2)

Kestävyysskunnan kehittyminen tehostaa hiilihydraattien ja rasvojen (vastaavasti pienentää proteiinien) käyttöä energianlähteenä. Aktiivisesti liikkuvien nuorien ja murrosikäisten ei tulisi harjoitella suosituksia alhaisemmilla energiavarastoilla, sillä he tarvitsevat aikuisia enemmän energiaa ja ravinteita kasvun ja kehityksen turvaamiseksi. Tämän vuoksi kestävyssiikuntaa aktiivisesti harjoittavien (erityisesti nuorten) on kiinnitettävä huomiota riittävään energiansaantiin. Suuren energiantarpeen vuoksi päivän ateriat on hyvä jakaa useaan kohtuulliseen kokoiseen ateriaan parin liian suuren aterian sijaan. (2)

Pääsääntöisesti kestävyssiikuntaa harrastavienkin on hyvä harjoittaa lihasvoimaa säännöllisesti, vaikkei tavoitteena olisikaan suurta muutosta voiman tai

lihassmassan määrässä. Vahvat ja kehittyneet lihakset jaksavat työskennellä pidempään ja suojaavat kehoa vammoilta ja loukkaantumisilta. Voimaharjoittelun yhteydessä kestävyysliikunnan harrastajat voivat noudattaa sovelletusti voimalajeja harrastavien proteiinisuosituksia optimoidakseen voimaharjoittelun tehon ja palautumisen.

4.2.1 Kestävyysharjoitteluun valmistautuminen

Kestävyysliikunnan tärkeimmät energiavarastot ovat lihasten ja maksan glykogeenivarastot. Näiden täydentämiseksi tulisi harjoittelun kestosta riippuen nauttia hiilihydraattipitoinen ateria noin 2-4 h ennen harjoitusta. Harjoitusta edeltävien ruokien valinnassa tulisi ennen kaikkea kiinnittää huomiota yksilön ominaisuuksiin ja tottumuksiin. Näin vältetään mm. vatsavaivat jotka ovat yleinen oire, mikäli ennen kestävyysliikuntaa nautitaan sopimatonta ravintoa. Aterian tarkoitus on tarjota energiaa, tasoittaa verensokeria ja ehkäistä harjoituksen aikaista lihaskataboliaa - tämän vuoksi aterian tulisi sisältää myös sopivissa määrin proteiinia. (2)

Pitkäkestoisen harjoituksen aikana voidaan myös nauttia pieniä määriä helposti imeytyviä hiilihydraatteja. Tällä on todettu olevan suoritusta parantava vaikutus jo noin tunnin mittaisessa harjoittelussa. Juuri ennen harjoitusta tai sen aikana nautittavat hiilihydraatit tulisi nauttia esim. laimean urheilujuoman muodossa tai mehun muodossa ja määrän ei tulisi ylittää 1,5 g/kg/h. Kokeilemalla on helpoin löytää itselle sopiva vaihtoehto. (2)

4.2.2 Palautuminen

Kestävyysliikunnan jälkeen tulisi nauttia hiilihydraattipitoinen palauttava välipala, jossa on myös riittävästi proteiinia, noin puolen tunnin kuluessa harjoittelusta, sillä silloin glykogeenisynteesi on nopeimmillaan lihaksissa. Tämä välipala lyhentää palautumiseen kuluva-aikaa merkittävästi. Sopiva koostumus palautusmateriaalille on noin 1-1,5 g/kg/h korkean GI:n omaavia hiilihydraatteja ja 0,3-0,5

g/kg/h proteiineja lihasvaurioiden korjautumiseen ja lihasten kehitykseen. Hiilihydraattien ja proteiinien yhtäaikainen nauttiminen tehostaa palautumista. (2) Samoin kuin voimaharjoittelussa, ei välittömästi kestävyysharjoittelun jälkeen nautittavalla palauttavalla aterialla ole hyvä nauttia paljon rasvaa sisältäviä ruokia, sillä rasva hidastaa palautumista. (17)

4.3 Painonhallinta

Media on tulvillaan mitä epäterveellisimpiä ulkonäköihanteita, laihdutusvinkkejä ja ihmedieettejä. Ihmiset kasvavat jo pienestä lapsesta asti valtaviin ulkonäköpaineiden ympäröimänä ja monien minäkuva vääristyy pysyvästi jo lapsuusajaksi. Laihdutus ja radikaalit toimenpiteet, tai sitten totaalinen luovuttaminen, houkuttavat helpon tien kulkijoita. Usein toistuva laihduttaminen ja ruokavalion jatkuva muuntelu sekä ylikuntoilu voivat kuitenkin johtaa vakaviin seurauksiin. Paras ratkaisu tasapainon löytämiseksi on hallitusti ja maltillisesti pyrkiä omalle elimistölle ja elämäntyyliin sopivalle painoalueelle, sekä tavoitteen saavuttamiseen pyrkiä säilyttämään se terveellisiä elintapoja noudattamalla.

Painonhallinnassa tärkeää on tasainen verensokeri ja nälän kontrolloiminen. Annoskokojen kohtuullisuus ja riittävän lyhyt aikaväli aterioiden välillä auttavat pitämään näläntunteen poissa. Tällöin mieliteot ja ylimääräisten kalorien nauttiminen esim. naposteluna ja välipaloina pysyy minimissään.

Kestävyysliikunta kuluttaa paljon energiaa ja on siten hyvä apuväline painonhallinnassa ja painonpudotuksessa. Painonpudotuksen tehostamiseksi voidaan nauttia pienempiä määriä hiilihydraatteja (toisin sanoen harjoitella vajailla glykogeenivarastoilla). Tällöin proteiinista saatavan energian osuus voi nousta jopa 20 %:iin etenkin kestävyysliikuntaa harrastettaessa. Kun harjoitellaan vajailla energiavarastoilla, on tärkeää pitää räsitusaste kohtuullisena ja kiinnittää erityistä huomiota palautumiseen ja lepovaiheeseen sekä kehonhuoltoon. (2)

4.3.1 Lihasmassan säilyttäminen painonpudotuksen aikana

Mikäli henkilö pudottaa painoaan ja elimistö joutuu paastotilaan, se alkaa hajottaa kehon proteiineja, esim. plasman albumiinia, aminohapoiksi solunsisäisten proteaasientsyymien avulla. Vapautuneet aminohapot käytetään välittömästi uusiin synteeseihin. Paastotilassa maksa, haima ja ohutsuoli menettävät proteiinejaan nopeimmin, mutta lihakset toimivat suhteellisen määränsä vuoksi suurimpana proteiinien luovuttajana. Paaston aikana maksassa tapahtuvien glukoneogeneesin ja ketogeneesin suhde muuttuu ja paaston edetessä ketogeneesin osuus kasvaa kehon säästäessä glukoosia mm. hermoston käyttöön. Mitä pidemmälle paasto etenee, sitä enemmän kudonvaurioita syntyy. Kun elimistössä vallitsee puutos energiasta tai aminohapoista uusien proteiinien synteesi vähenee. (8) Erityisesti hitaasti imeytyvät proteiinit pitävät veren aminohappopitoisuuden koholla pitkään ja esim. kaseiini vähentää huomattavasti lihasten proteiinien hajotusta pidemmällä aikavälillä. Myös ravinnonsaannin jakaminen useammalle aterialle päivässä edesauttaa lihasmassan säilymistä painonpudotuksen aikana. (2)

4.3.2 Kylläisyys

Ravintokuidut tasaavat veren sokeripitoisuutta (erityisesti veteen liukenemattomat kuidut) ja laskevat veren kolesterolitasoja (erityisesti veteen liukenevat kuidut). Ne ovat tärkeitä suoliston toiminnan ja kylläisyyden tunteen vuoksi. Ravintokuituja ovat muun muassa selluloosa, hemiselluloosa, pektiini, ligniini, β -glukaani, kumit ja kasvilimat. Veteen liukenevia kuituja on runsaasti marjoissa, hedelmissä ja palkokasveissa. Viljojen kuidut taas ovat pääosin veteen liukenemattomia. (8,21)

Energiapitoisista ravintoaineista proteiinit tuottavat voimakkaimman kylläisyydentunteen. Aterialla nautitut proteiinit lisäävät merkittävästi kylläisyydentunnetta, kun niiden osuus aterian kokonaisenergiasta on 25-81 %. Lisäksi runsasproteiininen ruokavalio voi tukea painonpudotusta ja painonhallintaa. (11)

4.4 Yleiset suositukset

Yleiset suositukset (Taulukko 3) ovat terveelle yksilölle hyviä suuntaviivoja ja ohjenuoria ravitsemuksen ja liikunnan tasapainon löytämiseksi. Omaa elimistöään ja hyvinvointiaan tulee tarkkailla ja tehdä valintansa sen mukaan, mikä tukee parhaiten omaa terveyttä ja hyvinvointia.

Taulukko 3. Pohjoismaiset ravitsemussuositukset (22,23)

Ravintoaine	Suositus 2012	Suositus 2014 ⁴⁾
Proteiinit	10-20 E % ¹⁾	20-30 E %
Hiihihydraatit	45-60 E %	45-60 E %
Lisätty sokeri	alle 10 E %	alle 10 E %
Ravintokuitu	vähintään 25-35 g päivässä luonnollisista kuitupitoisista ruoista (>3 g/MJ)	3 g/MJ
Rasvat	25-40 E %	25-40 E %
Rasvan laatu	tyyydyttyneet alle 10 E % kertatyydyttymättömät 10-20 E % monityyydyttymättömät 5-10 E %, joista n-3-rasvahappoja 1 E % transrasvahappoja niin vähän kuin mahdollista	Kova rasva ²⁾ alle 10 E % kertatyydyttymättömät 10-20 E %, monityyydyttymättömät 5-10 E %
Suola (NaCl)	aikuisilla enintään 6 g/vrk (natriumina mitattuna 2,3 g/vrk)	alle 5 g/vrk
Alkoholi ³⁾	enintään 5 E % naisilla enintään 10 g/vrk miehillä enintään 20 g/vrk	enintään 5 E % naisilla enintään 10 g/vrk miehillä enintään 20 g/vrk

1)E % = prosenttia kokonaisenergiansaannista

2)Kova rasva = tyydyttynyt + transrasva

3) g/vrk etanoliksi laskettuna, 10g vastaa noin yhtä annosta eli 12cl viiniä, 33cl keskiolutta tai 4cl väkevää alkoholijuomaa

4) Suositusarvoissa on huomioitu kuidun sisältämä energia, mutta ei alkoholin

Vuoden 2014 ravitsemussuositusten mukaan alkoholia ei tulisi juoda kerralla yli 5-6 annosta. Nestettä tulisi nauttia vetenä ja muina juomina (alkoholi pois luki-en) ruuan sisältämän nesteen lisäksi noin 1-1,5 L päivässä. Janojuomaksi suositellaan hanavettä ja sokeroitujen juomien käyttöä tulisi välttää. Ateriarytmin säännöllisyyden tärkeyttä korostetaan. (23)

Suomalaisia ja pohjoismaisia ravitsemussuosituksia tarkistetaan ja uudistetaan jatkuvasti ja ne perustuvat asiantuntijoiden tekemiin päätelmiin vahvasta tutkimusnäytöstä useiden vuosien ajalta. (24)

Taulukosta (Taulukko 4) käy ilmi minkä verran kutakin välttämätöntä aminohappoa täysi-ikäinen ihminen tarvitsee vuorokaudessa yhtä painokiloa kohden. (25)

Taulukon mukaiset määrät mahdollistavat lihasmassan ylläpidon ja kehityksen.

(26) Taulukosta (Taulukko 5) käy ilmi energian tarpeen arvio eri ikäluokille aktiivisuuden mukaan. (23)

Taulukko 4. Aminohappojen saantisuosituksat painokiloa kohden (25)

Aminohappo	mg/ painokilo (kg)/vrk
Fenyylialaniini + tyrosiini	25 (yhteensä)
Isoleusiini	20
Leusiini	39
Lysiini	30
Metioniini + kysteiini	15 (yhteensä)
Treoniini	15
Tryptofaani	4
Valiini	26
(Histidiini)	(10)

Taulukko 5. Energian tarpeen arvio aktiivisuuden mukaan (23)

		Paino ¹⁾	PAV ²⁾	Vähän liikkuvat PAL ³⁾ =1,6	Aktiiviset liikkujat PAL=1,8
		kg	MJ/vrk	MJ/vrk	MJ/vrk
Miehet	18-30 v	75,4	7,3	11,7	13,2
	31-60 v	74,4	6,9	11,0	12,4
	61-74 v	72,1	6,1	9,7	10,9
Naiset	18-30 v	64,4	5,8	9,4	10,5
	31-60 v	63,7	5,5	8,8	9,9
	61-74 v	61,8	5,0	8,1	9,1

1) Pohjoismaiden pyöristetty keskiarvo (itseilmoitetuista painoista)

2) PAV=perusaineenvaihdunta

3) PAL = Physical Activity Level. Saadaan yhtälöstä $PAL = \frac{\text{kokonaisenergiankulutus}}{\text{perusaineenvaihdunta}}$

Taulukon 5 arvot ovat Suomen ravitsemusneuvottelukunnan suosituksia ja soveltuvat suuntaa-antaviksi työvälineiksi arvioitaessa yksilön energiankulutusta. Energiankulutus riippuu paljon aineenvaihdunnasta, kuten PAL:n kaavasta nähdään ($PAL = \frac{\text{kokonaisenergiankulutus}}{\text{perusaineenvaihdunta}}$). Vaikka PAL -arvo onkin hyvä työväline, ei siihen voida yksilötasolla luottaa sokeasti ja tukena tulisi käyttää mittaustuloksia. Valtaosa työtehtävistä on luonteeltaan kevyitä ja taulukon arvot on laskettu sen mukaan. Rankka fyysinen työ nostaa energiantarvetta. (24)

Naisilla energiantarve muuttuu raskausaikana seuraavasti: toisen kolmanneksen aikana energiantarve on keskimäärin 1,5 MJ (360kcal)/vrk korkeampi ja viimeisen kolmanneksen aikana 2,0 MJ (480kcal)/vrk korkeampi taulukon arvoihin verrattuna. Imetysaikana vastaava arvo on 2,0 MJ(480kcal)/vrk. On kuitenkin otettava huomioon, että raskausajan loppupuolella liikunnan väheneminen pienentää energiantarvetta ja näin ollen ei välttämättä synny eroa normaalikulutukseen verrattuna. (24)

Proteiininsaantisuosituksia etsiessään törmää vaihteleviin arvoihin. Tässäkin tapauksessa on huomioitavat omat tarpeet ja aktiivisuus. Kun puhutaan aktiivisesta elämäntapaliikkujasta (ei ammatti- tai huippu-urheilijoista) turvallinen vaihtoehto on koostaa perusruokavalio vastaamaan yleisiä suosituksia ja täydentää proteiininsaantiaan tarpeen mukaan ennen ja jälkeen harjoittelun. Suomalaisen ravitsemussuosituksen (2014) mukaan sopiva proteiininsaanti normaalista ruokavaliosta päivittäin olisi 18-64 -vuotiaille noin 1,1-1,3 g/kg/vrk ja sitä vanhemmille noin 1,2-1,4 g/kg/vrk. (23)

Suomen ravitsemusneuvottelukunnan mukaan aikuisten tulisi harrastaa viikossa (yhteensä) vähintään 150 min kohtuullisen kuormittavaa tai 75 min raskasta fyysistä liikuntaa. Esimerkkejä eri liikuntalajien rasittavuustasoista on kuvassa 4. Eri vastustasoja neuvotaan myös yhdistelemään, esim. 100 min liikuntaa kohtuullisella teholla ja 30 min rasittavalla teholla. Yhden liikuntajakson tulisi kuitenkin olla kestoltaan vähintään 10 min, ja liikuntaa pitäisi harrastaa useampina päivinä viikossa. Suosituksia suuremmalla liikuntamäärällä saavutetaan lisää terveyshyötyjä. Lihaskuntoa neuvotaan harjoittamaan vähintään kahdesti vii-

kossa yksilölle sopivalla kuormitustasolla. Erityisesti ikääntyville suositellaan lisäksi tasapainoa harjoittavaa liikuntaa, kuten pallopelejä. Pitkäaikaista passiivisuutta kehoitetaan välttämään (tällaiseksi luetaan esim. istuminen). Lasten ja nuorten liikuntasuositus on aktiivista ja monipuolista liikkumista vähintään tunnin ajan joka päivä. Lihaksia ja luita tulisi kuormittaa kolmesti viikossa (esimerkkinä pallopelit ja muut hyppyjä sisältävät lajit). Täysikasvuisten tavoin lapsienkin tulisi välttää pitkäaikaista fyysistä passiivisuutta. (23)



Kuva 4. UKK-instituutin terveystuokantasuositus 18-64 -vuotiaille (27)

UKK-instituutin liikuntamääräsuositukset 18-64 -vuotiaille ovat samat kuin Suomen ravitsemusneuvottelukunnan suosittelemat määrät. UKK-instituutti painottaa liikehallinnan harjoittamisen tärkeyttä ikääntyneille. Terveystuokantasuosituksset pohjautuvat nimensä mukaisesti terveyden ylläpitoon ja kehitykseen. (27)

5 PROTEIINIRIKKAAT TUOTTEET

Puhtaat proteiinivalmisteet voidaan karkeasti jakaa kokonaisiin proteiineihin ja esipilkottuihin proteiineihin eli proteiinihydrolysaatteihin. Usein ilmaistaan prosenttiluvuin miten pilkottua (hydrolysoitua) proteiini on. Tavallinen ruoka sisältää kokonaisia proteiineja ("0 %"). Merkintä "100 %" tarkoittaa, että proteiini on pilkottu aminohapoiksi asti, eikä elimistön tarvitsisi pilkkoa niitä ennen käyttöönottoa. Tämä on kuitenkin harvinaista, sillä usein tuotteiden pitoisuudet yltyvät vain lähelle 100 %:a. 100 %:lla saatetaan viitata myös siihen, että koko tuote on hydrolysoitua eikä sisällä muita proteiineja (riippumaton sen sisältämien peptidien koosta). Urheilupiireissä yleisimpiä ovat erilaiset hera-, kaseiini (tai kaseinaatti) sekä soijavalmisteet. Myös massavirrallisesti näiden osuus markkinoilla on suurin. (2)

Markkinoilla ovat yleistyneet viimeaikoina myös perusruokavalioon kuuluvien ruokatuotteiden proteiinirikastetut versiot, kuten proteiinirahkat, runsasproteiiniset jogurtit ja muut maitotuotteet, runsasproteiiniset valmisruuat ja välipalat, ja niin edelleen. Osa tuotteista on suunnattu kaikille kuluttajille, mutta osa esim. painonhallintaa tavoitteleville tai lihaskasvuun tähtääville aktiiviliikkujille. Myös lapset ja ikääntyneet on alettu ottaa huomioon proteiinirikkaiden tuotteiden kohderyhmissä. Yleisimmät proteiinirikkaat perustuotteet, esim. proteiinirahkat, jogurtit, sekä välipalajuomat, soveltuvat kenen tahansa ruokavalioon täydentämään proteiininsaantia ja esim. auttamaan painonhallinnassa. Proteiinivälipalojakaan ei kuitenkaan tule popsia ylimäärin ja huvikseen, vaan niihin on suhtauduttava kuten muuhunkin ravintoon.

5.1 Aktiiviselle liikkujalle suunnatut tuotteet

Markkinoilla on aktiiviselle liikkujalle suunnattuja proteiinirikkaita tuotteita lähes kaikkiin mahdollisiin tarpeisiin ja hintaluokkiin jakautuneena. Aktiiviliikkujan on

hyvä sivistää itseään ja ottaa selvää eri termien tarkoituksesta ruokavaliota suunniteltaessa.

Palautustuotteilla (recovery) tarkoitetaan harjoituksen jälkeen nautittavaksi tarkoitettuja valmisteita. Palautustuotteita löytyy esim. valmiina juomina (usein annospakattuja 2,5-5 dL), itse sekoitettaviksi tarkoitettuina jauheina (sekoitetaan esim. veteen tai maitoon) tai patukoina (annospakatut patukat). Palautustuotteet sisältävät useimmiten hiilihydraatteja ja proteiineja noin 50/50 suhteessa. Hiilihydraattien määrä on usein jopa korkeampi kuin proteiinien. Palautustuotteissa saattaa olla lisättynä yksittäisiä aminohapporikasteita (kuten glutamiini) tai esim. kreatiinia, mikä nopeuttaa solujen nesteytymistä. (28) Usein palautusjuomat soveltuvat esim. myös ennen harjoittelua nautittaviksi.

Massatuotteet ovat erityisesti lihasmassankasvua tavoitteleville tarkoitettuja ja niille ovat omat annosteluohjeensa. Massatuotteita on eri käyttötarkoituksiin ja niissä on usein mukana erilaisia yhdisteitä, kuten vitamiineja, hivenaineita, rasvahappoja ja rohtoja. Massatuotteiden energiasisältö on suuri ja hiilihydraatti/proteiini/rasva -suhde voi olla esim. 70/20/10. Massatuotteiden yleisin muoto on itse sekoitettava jauhe. Voimaharjoittelussa massatuotteiden sisältö soveltuu parhaiten harjoituksen aikana nautittavaksi, kestävyysharjoittelussa niiden käyttö painottuu harjoitukseen valmistautumiseen. (28)

Hiilihydraattien suosion laskiessa markkinoille on tullut Gainer-tuotteita, jotka ovat massatuotteiden kaltaisia, mutta sisältävät vähemmän hiilihydraatteja. Yleinen hiilihydraatti/proteiini -suhde on noin 60/40. Gainer-tuotteiden käyttöä suositellaan käytettäväksi harjoittelun jälkeiseen palautumiseen. (28)

Ennen harjoittelua käytettäväksi tarkoitettuja tuotteita ovat esim. Carbo-tuotteet, jotka sisältävät pääsääntöisesti hiilihydraatteja. Niitä voidaan käyttää myös harjoituksen aikana (erityisesti kestävyysharjoittelu) ja tarkoituksena on riittävän verensokeritason ylläpito harjoituksen ajan. Näiden tuotteiden osuus markkinoilla on vähentynyt huomattavasti proteiinitrendin kasvaessa. Kestävyysliikkujiin keskuudessa nämä tuotteet ovat kuitenkin säilyttäneet asemansa. Tuotteissa on

usein lisättynä myös jonkin verran haaraketjuisia aminohappoja sekä mahdollisesti piristeitä kuten kofeiinia tai tauriinia. (28)

Harjoituksen aikana käytettävän tuotteen tarkoituksena on tarjota keholle energiaa hiilihydraattilähteistä (glukoosia, maltodekstriini) ja helposti hajotettavia proteiineja, kuten heraproteiini tai haaraketjuiset aminohapot. Tällä tavoin säästyy kehon omia glykogeenivarastoja ja lihaskudosta. Leusiini on yleisimpiä harjoituksen aikana käytettäviin tuotteisiin lisättyjä aminohappoja. (28) Harjoituksen aikana käytettäviä tuotteita on saatavana esim. valmiina yksittäispakattuina annoksina ja jauhemaisessa muodossa itse annosteltaviksi.

Niin sanotut powertuotteet eivät sisällä lainkaan lisättyä hiilihydraattia ja ne on tarkoitettu päivittäisen proteiininsaannin lisäämiseen. Tuotteiden proteiinipitoisuus ilmoitetaan kymmenlukuina, kuten 80 tai 90 ja niitä on saatavilla pääsääntöisesti jauheina. Powertuotteet valmistetaan yleensä herasta, kaseinaatista tai soijasta. Powertuotteita voidaan käyttää myös esim. palautumiseen hiilihydraattilähteisiin yhdistettynä. (28)

Yöproteiiniksi kutsutut tuotteet ovat useimmiten proteiiniyhdistelmiä, joiden tarkoitus on lisätä päivittäistä proteiininsaantia sekä vähentää lihasmassan hajoamista yöllä pitkän ateriovälillä syntyvän paastotilan aikana. Käytetyimpiä yöproteiineja ovat kaseiini ja soija ja näiden yhdistelmät, sillä ne ovat hitaasti hajoavia ja tarjoavat keholle useampien tuntien ajan tasaisen aminohappolähteen. Yöproteiinit sisältävät hiilihydraatteja joko hyvin niukasti tai eivät ollenkaan. (28)

5.2 Painonhallintaan tarkoitetut tuotteet

Markkinoilla on myös proteiini-rikkaita tuotteita, joissa on kiinnitetty erityistä huomiota juuri energian pieneen määrään, usein minimoimalla hiilihydraatin, rasvan, tai molempien edellä mainittujen määrä. Tämänkaltaisia tuotteita ovat esim. ateriankorvikkeet, joita löytyy itse sekoitettavina jauheina tai valmiina annoksina esim. patukoiden muodossa. Ateriankorvikkeet ovat usein tarkoitetut lyhytaikaisiin, niukkaenergiisiin dieetteihin, tai korvaamaan yksittäisiä aterioita

painonpudotuksen tukena. Tyypillistä näille valmisteille ovat runsas proteiini- ja kuitupitoisuus, sillä ne tuovat kylläisyyden tunteen ja riittävä proteiininsaanti auttaa säilyttämään lihasmassaa painonpudotuksen aikana. Tuotteilla ei suositella korvattavan kaikkia aterioita pidemmällä aikavälillä ja ohjeet vaihtelevat valmistajasta ja tuotteesta riippuen. Suurin osa kevyttuotteista on tarkoitettu tueksi painonhallintaan, ei niinkään painon pudotukseen. Kevyttuotteita ovat tuotteet, jotka sisältävät > 30 % vähemmän energiaa (29) kuin vastaavat keventämättömät tuotteet.

5.3 Tuotetyypit

Markkinoilla olevat jauheet sisältävät proteiinia keskimäärin 30-95 %. Heraproteiinikonsentraatit ja soijaisolaattijauheet ovat esimerkkejä hyvin pieniä määriä rasvaa sisältävistä ja korkean proteiinipitoisuuden (70-95 %) omaavista tuotteista (2). Myös runsasenergisiä ja hiilihydraattipitoisia jauheita on markkinoilla. Kuluttajan tulee kiinnittää huomiota pakkausselosteeseen löytääkseen tarpeitaan vastaavan tuotteen. Jauhemaaisessa muodossa on myös ateriankorvikkeita, joissa on monipuolisesti useita eri ravinto- ja hivenaineita. Hiilihydraattivalmisteita sekä vitamiini-hivenaine -jauheita löytyy myös. Patukoiden muodossa on proteiinipatukoita, energiapatukoita (suuri energiapitoisuus, saattavat sisältää myös piristeitä), ateriankorvikkeita, sekä välipalaksi tarkoitettuja annospatukoita. Valmiita juomia on esim. proteiinijuomina, ateriankorvikkeita, välipalajuomia ja energiatankkaukseen. Sellaisenaan nautittavia ovat myös proteiinirikastetut perusruokatuotteet, jotka valmistetaan kuten tavalliset tuotteet, mutta proteiinipitoisemmista raaka-aineista kuin muut vastaavat tuotteet, tai sitten joukkoon on lisätty proteiinirikastetta, esimerkkinä proteiinijogurtti. Erikoisvalmisteilla ei tulisi pyrkiä koostamaan koko ruokavaliota, vaan niillä tulisi tarpeen vaatiessa ja harkinnan alaisesti täydentää ruokavaliossa olevia puutteita.

6 PROTEIININ LÄHTEET

Proteiinien biologinen arvo vaihtelee riippuen niiden lähteestä. Korkean biologisen arvon omaavina lähteinä pidetään esim. maitoa ja kananmunaa, sekä vehnän proteiinia yhdistettynä palkoviljaan. (8) Esim. maidosta ja kananmunasta peräisin olevat proteiinit omaavat korkean biologisen arvon. Tämä tarkoittaa sitä, että keho pystyy käyttämään teoriassa kaiken niiden sisältämän typen. Eläinperäiset ruuat sisältävät luonnostaan enemmän proteiinia kuin kasviperäiset, mikä johtuu esim. siitä, että eläinten luurankolihasen proteiinipitoisuus on noin 22 %. Esimerkiksi veteen säilytyssä tonnikalassa jopa 80 % sen sisältämästä energiasta on peräisin proteiinista. (6)

Täysi-ikäisen ihmisen ruokavaliossa oleville proteiineille voidaan laskea optimaalinen aminohappoprofiili välttämättömien aminohappojen suhteen (Taulukko 6). Laskelmat perustuvat täysikasvuisen yksilön lihasmassan ylläpitämiseen vaadittavien proteiinisynteesien aminohappotarpeeseen vuorokautta kohti (Taulukko 4). Lasten vastaavat lukemat ovat muutamia milligrammoja suurempia, sillä aminohappoja tarvitaan runsaasti kasvuun ja kehitykseen. (26,25)

Taulukko 6. Proteiinin optimaalinen aminohapposisältö (26,25)

Välttämätön aminohappo	Optimipitoisuus mg/g proteiinia	Aminohapon tarve mg/kg/vrk
Fenyyialaniini + tyrosiini	38	25
Histidiini	15	10
Isoleusiini	30	20
Leusiini	59	39
Lysiini	45	30
Metioniini + kysteiini	22	15
Treoniini	23	15
Tryptofaani	6	4
Valiini	39	26

6.1 Kasviperäiset proteiinit

Kasviproteiinien suosio on lisääntynyt muun muassa eettisten arvojen painotuksen yleistymisen vuoksi. Kasviproteiinien tuottaminen kuormittaa ympäristöä eläinproteiinien tuottamista vähemmän ja on lisäksi edullisempaa. Tämän lisäksi kasviproteiinien etuna on vähäinen tyydyttyneiden rasvojen määrä ja soveltuvuus esim. maidolle allergisille (markkinoiden yleisin proteiini, heraproteiini, valmistetaan maitotuotteista).

6.1.1 Viljat

Viljat ovat olleet osa ihmisen ruokavaliota pitkään. Proteiinien osuus useimpien viljalajien ravintosisällöstä on kuitenkin suhteellisen pieni, joten viljoja ei sellaisenaan painoteta proteiininlähteinä ruokavaliossa. Eri viljalajeista kuitenkin eristetään proteiinia käytettäväksi proteiinirikasteina sekä -lisinä, usein yhdistettynä muiden proteiinien kanssa. Viljat, erityisesti täysjyvätuotteet, toimivat hyvinä energian ja kuidun lähteinä ruokavaliossa.

Vehnäproteiini on soijan lisäksi yksi markkinoiden käytetyimpiä kasviproteiineja (2011) (30). Vehnäproteiinia valmistetaan vehnästä ja se jää vertailussa muihin proteiinivalmisteisiin varsin alhaiselle tasolle. Vehnäproteiinia ei yleensä käytetä yksinään, vaan pieninä määrinä erittäin rankkojen ja kuormittavien urheilulajien urheilijoiden ruokavaliossa. Vehnä ei sovellu keliakikoille sen sisältämän gluteenin vuoksi. (2)

Kaura sisältää suhteessa muihin viljoihin paljon proteiinia ja kauran proteiinista huomattavasti suurempi osa on globuliineja (liukenevat laimeisiin suolaliuoksiin), toisin kuin esim. vehnässä, ohrassa ja rukiissa, jossa suuri osa on alkoholiuokoisia prolamiineja. Globuliinit ovat tärkeitä kehon immuunipuolustuksen rakenneseosia. Globuliinien osuus kauran proteiinista on noin 70-80 %. Prolamiinit taas aiheuttavat keliakikoilla suolen limakalvovaurioita. Kauraproteiinin EAA (välttämättömät aminohapot) koostumus on kilpailukykyinen huomioiden, että se on kasvikunnan tuote ja sen biologinen arvo on noin 75. (31,32)

Proteiinikoostumuksensa lisäksi kaurassa on runsaasti vesiliukoista kuitua, β -glukaania, jolla tutkimusten (33,34) mukaan on kolesterolia alentava vaikutus. β -glukaanin lisäksi kaura sisältää myös liukenemattomia kuituja, kuten arabinoksyalaaneja ja selluloosaa. Kuiduilla on positiivinen vaikutus myös kylläisyydentunteeseen sekä suoliston terveyteen. (35,36)

Vilja-allergiaa esiintyy lähinnä pienillä lapsilla, harvemmin aikuisilla. Vilja-allergiset saavat oireita vehnän, kauran, ohran ja rukiin proteiineista. Keliakikot taas ovat allergisia vehnän, ohran ja rukiin tietyille proteiineille, gluteenille. Keliakia kehittyy yleensä aikuisiällä ja on pysyvä. (37)

6.1.2 Palkokasvit

Proteiinipitoisissa tuotteissa käytettäviin palkokasveihin kuuluu muun muassa herne, soija, lupiini, linssit, maapähkinä sekä pavut kuten härkäpapu. Palkokasvit ovat ympäristöystävällisiä viljelykasveja ja kasvavat kuivissakin olosuhteissa. Useimmat palkokasvit eivät ole voimakkaita allergeeneja ja ne soveltuvat myös gluteenittomaan ruokavalioon. Palkokasvien proteiinipitoisuus on noin 20-25 % ja niiden glykeeminen indeksi on alhainen eli ne nostavat verensokeria tasaisesti. Ne sisältävät myös paljon rautaa, magnesiumia, fosforia ja sinkkiä. Palkokasveista valmistetut jauheet sitovat hyvin vettä ja rasvaa, sekä luovat miellyttävän rakenteen esim. keittoihin. (30,38)

Soijaproteiinivalmisteita tehdään soijapapukasveista. Soijaproteiinin aminohappokoostumus on kärkipäässä kun vertaillaan kasviperäisiä proteiininlähteitä. Soijassa on kuitenkin vähemmän leusiinia ja muita tärkeitä haaraketjuisia aminohappoja kuin esim. maitoproteiineissa ja kananmunassa, eikä keho pysty hyödyntämään sitä yhtä tehokkaasti. Kasvisruokavaliota noudattavalle urheilijalle se on kuitenkin hyvä vaihtoehto, sillä se sisältää paljon terveellisiä flavonoideja, eikä puhtaissa soijaproteiinivalmisteissa ole juurikaan tyydyttyneitä rasvoja toisin kuin joissain eläinkunnasta peräisin olevissa valmisteissa. (2)

Herneproteiinin käyttö on kasvattamassa suosiotaan, mutta volyyymi on vielä pieni verrattuna esim. soijaan ja vehnään. Herneproteiinia käytetään teollisuus-

nessa lähinnä keltaisesta hernelajikkeesta tehdyssä jauhemaisessa muodossa. Herneproteiinien etuja ovat mieto maku ja tuoksu. Herneistä tehdyn jauheen rasvapitoisuus on hyvin pieni ja suuri osa rasvasta on monityydyttymätöntä, mikä parantaa tuotteen ravintoarvoa ja erityisesti leivonnassa vaikuttaa muun muassa tuotteen vaahtoavuuteen ja tilavuuteen kasvattavasti. (30) Herneproteiini on ympäristöystävällinen valinta, sillä sen hiilijalanjälki on pieni verrattuna muihin proteiineihin eikä sen viljely vaadi juurikaan lannoitteita, sillä kasvi pystyy itse sitomaan typpeä ilmasta. Herneproteiinilla (erityisesti keltainen herne) on hyvät BCAA- ja PDCAAS -arvot. Herneproteiinista on eniten hyötyä yhdistettynä hera- tai munaproteiiniin. Myös perunaproteiinin kanssa saadaan aikaan aminohapporikas koostumus. (39)

Härkäpapu on hyvin vanha viljelykasvi, mutta lähihistoriassa sen viljely on ollut varsin vähäistä ja painottunut pääsääntöisesti rehuntuotantoon. Nyt härkäpapua viljellään kasvavissa määrin myös ihmisravinnoksi sen proteiinipitoisuuden vuoksi, joka voi ylittää 30 %:iin. Härkäpapu on hyvä lisä esim. kasvisruokavaliioon, sillä sen lysiinipitoisuus on kohtuullinen, mutta muuten aminohappokoostumus ei ole parhaimmasta päästä (erityisesti rikkiä sisältäviä aminohappoja on niukasti) ja siksi se sopiikin parhaiten käytettäväksi esim. viljaproteiinien kanssa. Härkäpapuja voi käyttää sellaisenaan, mutta saatavilla on myös esim. jauhevalmisteita. (40)

Maapähkinää, soijaa ja lupiinia sisältävät tuotteet voivat aiheuttaa niille allergisille henkilöille vaaralliseksi luokiteltuja allergisia reaktioita ja ne tulee aina ilmoittaa pakkausmerkinnöissä omilla nimillään muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, esim. soijaöljystä peräisin olevat kasvisterolit. (41)

6.1.3 Hamppu

Elintarvikehamppua on saatavilla lähinnä luomu- ja luontaistuotekaupoissa sekä -osastoilla. Hamppuproteiinia käytetään pääsääntöisesti jauhemaisessa muodossa ja sitä pidetään allergiavapaana proteiinirikasteena. Hamppu on myös geenimuuntelematonta, mikä kasvattaa sen suosiota terveystietoisien keskuu-

dessa. Elintarvikehamppu usein virheellisesti yhdistetään kannabis-nimiseen huumausaineeseen, jota eristetään tietyistä hamppulajikkeista. Lajikkeet, joista hamppuproteiini eristetään, eivät sisällä juuri ollenkaan huumaavia ainesosia, eikä proteiinirikasteessa ole huumaavia aineita (tetrahydrokannabinolia). Hamppuproteiinin aminohappokoostumus on soijan kaltainen, joskin se vertailussa jää sille toiseksi. Hamppuproteiini on soijaa lempeämpi ruuansulatukselle, sillä se sulaa paremmin ja sisältää lisäksi runsaasti haaraketjuisia (BCAA) aminohappoja. Hamppuproteiini sopii gluteenittomaan ruokavalioon. Voimakkaan pähkinäinen aromi tuo haasteita hamppuproteiinin käyttöön. (39)

6.1.4 Peruna

Peruna sellaisenaan on lähde hiilihydraateille, kuidulle, proteiinille, C-vitamiinille ja kivennäisaineille. Perunan energiatiheys on suuri, joten kohtuullisessa määrin käytettynä peruna on hyvä ainesosa tasapainoisessa ruokavaliossa. Perunasta valmistetaan myös proteiinirikasteita ja erityisesti yhdistettynä herneproteiinin kanssa saadaan korkealaatuinen yhdistelmä välttämättömiä aminohappoja hyvällä BCAA-arvolla. Perunaproteiinin biologinen arvo on noin 90, mutta koska peruna sellaisenaan sisältää prosentuaalisesti varsin vähän proteiinia, on siitä proteiinsaannin kannalta eniten hyötyä proteiinirikasteena käytettynä. (42) Peruna-herneproteiini -yhdistelmässä voidaan kiinteissä tuotteissa saavuttaa jopa noin 40 %:n proteiinipitoisuus. Perunaproteiinia pidetään allergeenivapaina ainesosana. (43)

6.2 Eläinperäiset proteiinit

Yleisesti ottaen eläinkunnasta peräisin olevilla proteiineilla on ihmisen ravitsemuksen kannalta suotuisa aminohappokoostumus. Eläinkunnasta saatavien proteiinipitoisten tuotteiden valikoima on kuitenkin todella laaja ja proteiininlähteitä valittaessa ei tule tuijottaa sokeasti pelkkää proteiinisältöä - on huomiotava elintarvikkeen muukin ravintosisältö, sillä se vaikuttaa terveyteen ja hyvinvointiin siinä missä proteiinitkin.

6.2.1 Liha

Eläinten liha on hyvin yleisesti käytetty proteiinin lähde ruokavaliossa. 'Punaisella' lihalla tarkoitetaan yleensä sian, lampaan, naudan- ja kavioläinten, poron, ja hirven lihaa. 'Valkoisella' lihalla taas tarkoitetaan siipikarjan, broilerin, sekä kalkkunan lihaa. Punaisen lihan väri johtuu sen sisältämästä suuremmasta määrästä myoglobiinia (punasoluja). Kalasta ja äyriäisistä ei yleensä käytetä "liha" -sanaa, mutta ne ovat eläinkunnan lihaa. Suurin osa kaupallisesta lihasta on eläinten luurankolihasia, mutta myös muun muassa sisäelinten lihaa käytetään ravintona. Ravinnoksi käytettävää lihaa saadaan myös riistaeläimistä ja matelijoista. (44)

Liha sisältää proteiinia lihalaadusta riippuen noin 13-21 g/100 g. Punainen liha sisältää eniten rautaa ja vaaleassa lihassa on suhteessa eniten pehmeää rasvaa. Broilerin, kalkkunan ja sianlihassa jopa 2/3 rasvasta voi olla pehmeää. Lihon rasvan määrä vaihtelee 2:sta 30 %:iin. Liha on raudan lisäksi hyvä sinkin, seleenin ja B12 -vitamiinin lähde. (45)

Aktiivisen liikkujan on hyvä sisällyttää ruokavalioonsa muitakin proteiininlähdeitä kuin liha, sillä suurien lihamäärien nauttiminen voi aiheuttaa ongelmia ruuansulatuksessa. Liha sisältää myös paljon sidekudosta, jonka pilkkoutuminen ruuansulatuksessa on hyvin hidasta, eikä liian yksipuolinen ruokavalio ole muutenkaan hyvä terveyden kannalta. (46) Lihantuotannolla on myös suuri hiilijalanjälki.

6.3 Maitoperäiset proteiinit

Markkinoiden maitoperäiset proteiinit voidaan karkeasti jakaa neljään ryhmään: kokomaitoproteiinit (kulutusmaito ja maitoa sisältävät tuotteet), ternimaitovalmisteet, heraproteiinivalmisteet, sekä kaseiini- tai kaseinaattivalmisteet. Maitoproteiini sisältää erittäin runsaasti välttämättömiä aminohappoja, erityisesti lihaskasvun kannalta tärkeää leusiinia, sekä muita haaraketjuisia aminohappoja, kuten isoleusiinia ja valiinia. Maidon proteiineista noin 20 % on heraa ja 80 % kaseiini-

nia. Maitoproteiinit sisältävät paljon kalsiumia, mikä on tärkeää erityisesti luustolle. Tutkimukset osoittavat maitoproteiinien sisältämän entsyymien (ACE) inhiboivan peptideitä ja tämän jossain määrin alentavan verenpainetta ihmisillä. Eläimillä tehdyissä kokeissa on ilmennyt vielä merkittävämpiä vaikutuksia verenpaineen laskussa. (2)

Lehmänmaitoallergia on aikuisilla harvinaisempi, mutta sitä esiintyy yleensä jonkin verran alle kaksivuotiailla ja se häviää yleensä viimeistään kouluikään mennessä. Monet maidot sisältävät samoja proteiineja kuin lehmänmaito, joten ne eivät yleensä sovellu maitoallergikoille. Laktoosi-intoleranssia sairastavat taas eivät voi käyttää laktoosia eli maidon sokeria sisältäviä tuotteita. Laktoosi-intoleranteille on olemassa vähälaktoosisia ja laktoosittomia maitotuotteita. Maitoallergikot eivät voi käyttää näitä, sillä ne sisältävät maitoproteiineja. Elintarvikkeiden sisältämä maito ja maitotuotteet ilmoitetaan aina pakkausmerkinnöissä. (47)

6.3.1 Kaseiini ja kaseinaatti

Kaseiini on aminohappokoostumukseltaan hyvä, matalan pH-arvon omaava maitoproteiini. Kun kaseiinia käsitellään neutraloivilla aineilla, saadaan siitä vähemmän happamia kaseinaatteja, kuten natrium- tai kalsiumkaseinaattia. Maidossa on useita erilaisia kaseiini- ja kaseinaattiproteiineja, ja markkinoilla on saatavilla esim. natrium-, kalsium- ja kaliumkaseinaattia sekä kaseiinihydrolysaatteja sisältäviä tuotteita. (2)

Kaseiinilla on voimakas proteiinien hajotusta vähentävä vaikutus. Tämän on arveltu perustuvan siihen, että kaseiinin nauttiminen johtaa tasaiseen ja pitkäaikaiseen veren aminohappopitoisuuden nousuun, mikä johtuu sen hitaasta hajoamisesta ja imeytymisestä (kesto jopa seitsemän h). Kaseiini imeytyy verenkiertoon hitaammin kuin toinen maitoproteiinilaji, heran, sillä kaseiinin proteiinin pilkkoutuminen aminohapoiksi kestää kauemmin kuin heran. (2)

6.3.2 Hera

Heraa pidetään yhtenä parhaimmista proteiineista, sillä erinomaisen aminohappokoostumuksensa lisäksi se imeytyy nopeasti, sekoittuu helposti nesteeseen, eikä geeliydy (hyytelöidy tai muodosta möykkyjä) vatsassa, mikä nopeuttaa sen siirtymistä ohutsuoleen. Hera imeytyy kaseiinia nopeammin ja on myös tätä tehokkaampi proteiinisynteesin lisääjä. Keho pystyy käyttämään osan herasta energiantuotantoon (hapettamalla). Teollisuudessa heraa saadaan esim. juuston valmistuksen sivutuotteena, kun hera erotetaan juustomassasta puristamalla. (2)

Herassa on useita eri proteiineja ja peptidejä ja se sisältää paljon vitamiineja ja mineraaleja, sekä bioaktiivisia yhdisteitä. Sillä on todettu olevan positiivinen vaikutus erityisesti immuunisysteemiin ja ruuansulatuskanavan toimintaan. Tämä perustuu muun muassa heran sisältämiin glutamiiniin ja glykomakropeptideihin (ruuansulatuskanavan toiminta; energia sekä pre- ja probioottiset vaikutukset), sekä kysteiiniin, laktoferriniin ja laktoferrisiiniin (antioksidatiivinen vaikutus). Herassa on myös esim. α -laktalbumiinia, β -laktoglobuliinia, immunoglobuliineja, albumiinia, sekä kivennäisaineista erityisesti kalsiumia. (2)

6.3.3 Ternimaito

Ternimaidolla tarkoitetaan eläimen välittömästi poikimisen jälkeen tuottamaa maitoa. Yleisimmin käytetty ternimaito on peräisin lehmistä. Ternimaidon erityis jatkua poikimishetkestä muutamia päiviä. Ternimaito sisältää lähes kaikkia tärkeitä makroravinteita: proteiineja (korkea biologinen arvo), hiilihydraatteja, rasvoja, vitamiineja, kivennäisaineita sekä bioaktiivisia antimikrobiaaleja (vastaaineita) ja kasvutekijöitä. (2)

Ternimaito on 1990-luvulta asti ollut suosittu lisäravinne, sillä se sisältää noin 20-200 kertaa enemmän kasvutekijä 1:tä (IGF-1) verrattuna normaaliin maitoon. Sillä on voimakas kasvua lisäävä vaikutus lihaskudokseen ja se vaikuttaa myös kasvuhormonin säätelymekanismiin. Verrattuna normaalimaitoon ternimaito si-

sältää myös noin 100 kertaa enemmän vasta-aineita G1, G2, M ja A, jotka parantavat vastustuskykyä. Ternimaidossa olevia antimikrobiaalisia vasta-aineita ovat esim. laktoperoksidaasia, lysotsymia ja laktoferriniä. Nämä tuhoavat mikrobeja tai hidastavat niiden kasvua. (2)

6.4 Munaproteiini

Kananmuna on luonnollinen ja prosessoimaton proteiininlähde, joka sisältää runsaasti optimaalisen biologisen arvon (100) omaavaa proteiinia. Aktiiviliikkujan kannalta optimaalisin käyttöaika munaproteiinille on illalla ennen nukkumaanmenoa, jolloin se tukee kehon ja lihasten aminohappojensaantia parhaassa tapauksessa läpi yön. (48) Kananmuna on hyvä lähde myös vitamiineille ja hivenaineille, sillä se sisältää kalsiumia, kuparia, rautaa, mangaania, fosforia, seleeniä, sinkkiä, magnesiumia, kaliumia, natriumia sekä A-, D-, E- ja K-vitamiinia. (49)

Kananmuna mielletään aikuisväestön keskuudessa ehkä turhan allergeeniseksi raaka-aineeksi, sillä kananmuna-allergiaa esiintyy lähinnä pienillä lapsilla ja jonkin verran nuorilla. Aikuisilla kananmuna-allergia on harvinainen. Elintarvikkeiden sisältämä kananmuna ja siitä peräisin olevat ainesosat ilmoitetaan aina pakkausmerkinnöissä. (50)

Keltuaisen osuus kananmunasta on noin 34 % ja yksi keltuainen sisältää noin 55 kcal. Keltuainen sisältää niasiinia ja riboflaviinia lukuun ottamatta enemmän vitamiineja kuin valkuainen, esim. B₆- ja B₁₂-vitamiinia, sekä foolihappoa, pantootehappoa ja tiamiinia. Keltuainen sisältää kaiken munassa olevan A-, D-, E- ja K-vitamiinin ja siinä on runsaammin kalsiumia, kuparia, rautaa, mangaania, fosforia, seleeniä, ja sinkkiä kuin munan valkuaisessa. (49)

Kananmunan painosta noin 66 % on valkuaista ja siinä on suurin osa munan proteiineista, sekä mm. niasiinista, riboflaviinista, magnesiumista, kaliumista ja natriumista. Munan valkuainen ei sisällä rasvaa ja on erinomainen proteiininlähde esim. painonhallinnan näkökulmasta - suurikokoisen munan valkuainen sisältää noin 17 kcal. (51,49)

Aminohappo (mg)	proteiinilähde (100g)															
	Herne	Härkäpapu (keitetty)	Papu (vihreä)	Kaura (hiutale)	Vehnä (hiutale)	Lupjiini (siemenet)	Soija (jauhettu)	Peruna (raaka, kuorineen)	Nauta (pihvi, grillattu)	Sika (grillattu)	Kala (punainen lohi, kypsä)	Kana (koipi, grillattu, ei nahkaa)	Maito (1% rasvaa)	Muna (raaka, kokonainen)	Muna (raaka, keltuainen)	Muna (raaka, valkuainen)
Alanini	240	311	84	563	409	1296	1627	62	1608	1579	1582	1377	120	735	836	704
Arginini	428	702	73	850	526	3877	2679	99	1711	1777	1646	1605	126	820	1099	648
Aspartaagihappo	496	849	255	1217	655	3877	4342	472	2410	2579	2598	2260	264	1329	1550	1220
Fenyylialaniini	200	321	67	665	589	1435	1802	80	1045	1146	1042	918	168	680	681	686
Glutamaalihappo	741	1291	187	2830	2741	8886	6689	345	3972	4212	3743	3766	729	1673	1970	1550
Glysiini	184	319	65	642	380	1539	1597	56	1611	1246	1222	1054	74	432	488	413
Histidiini	107	193	34	275	236	1030	931	34	844	1121	682	686	94	309	416	290
Isoleusiini	195	306	66	503	383	1615	1675	65	1204	1306	1222	1098	211	671	866	661
Kystiini	32	97	18	455	232	446	556	24	341	311	283	268	32	272	264	287
Leusiini	323	572	112	980	713	2743	2812	96	2105	2269	2096	1959	341	1086	1399	1016
Lysiini	317	486	88	637	391	1933	2298	105	2236	2452	2469	2169	276	912	1217	806
Metioniini	82	62	22	207	202	255	466	31	689	756	823	658	87	380	378	399
Prolliini	173	320	68	451	1247	1476	2020	62	1261	1115	939	927	337	512	646	435
Serini	181	348	99	705	443	1869	2002	73	1042	1151	1016	962	189	971	1326	798
Treoniini	203	270	79	382	356	1331	1500	66	1057	1212	1196	1087	157	556	687	449
Tryptofaani	37	72	19	182	175	289	502	21	174	328	322	259	49	167	177	125
Tyrosiini	114	241	42	395	301	1360	1306	47	843	1092	1157	864	168	499	678	457
Valliini	235	338	90	688	515	1510	1724	101	1313	1395	1402	1117	233	858	949	809

Taulukko 7. Aminohapot (mg) 100 grammassa perusruovalion proteiininlähteitä (57)

7 AKTIIVISELLE LIIKKUJALLE SUUNNATUN SÄILYVÄN PROTEIINIRIKKAAN JUOMAKONSEPTIN KEHITYS

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää proteiinirikas tuotekonsepti aktiivisille liikkujille. Konseptin tavoitearvoina olivat gluteenittomuus, maidottomuus, kolesterolitottomuus, sekä hyvinvointia tukeva ravintosisältö. Käytännön osio keskittyi pääsääntöisesti juomakonseptin kehitykseen. Alustava reseptien kehitys sekä käytännön testaus laboratoriomittakaavassa tehtiin Turun AMK:n Lemminkäisenkadun yksikön tiloissa. Tuotannon mittakaavan koeajot tehtiin teollisessa tuotantolaitoksessa.

7.1 Reseptikehitys

Reseptikehittelyn tavoitteiksi asetettiin korkea proteiinipitoisuus, luonnollisuus, terveellisyys sekä säilyvyys.

Juoman pääraaka-aineeksi valittiin ravintosisällöltään optimaalinen kananmunanvalkuainen, joka on raaka-aineena haastava suuren pilaantumisalttiutensa ja lämpöherkkyytensä vuoksi. Pitkän säilyvyyden aikaansaaminen kananmuna sisältävissä tuotteissa on sekin haastavaa. Tässä tapauksessa yksi avaintekijöistä säilyvyyden suhteen on tuotteen pH-arvo. Juuri munitussa kananmuna valkuaisen pH-arvo vaihtelee välillä 7,6 ja 8,5. Varastoinnin aikana valkuaisen pH-arvo voi nousta jopa 9,4:ään. (52)

Juoman aistinvaraisiin ominaisuuksiin kiinnitettiin erityistä huomiota. Säilöntäaineiden tehokkuuden kannalta oli oleellista, että tuotteen pH-arvo säädettiin sopivaksi happamuudensäätöaineilla. Happamuus vuorostaan toi haasteita tuotteen maun suhteen. Ratkaisu löytyi yhdistelmänä maun ja terveellisuuden kehityksestä: valitun kasvipärisen kuidun lisäys tuotteeseen pyörästi maun miellyttävän täyteläiseksi ja paransi entisestään konseptin ravitsemuksellista arvoa.

Säilöntäaineiden käyttö luokiteltiin välttämättömäksi vielä opinnäytetyön aikaisessa tuotannossa, mutta tutkimustyötä ja pohjustavia suunnitelmia tehtiin, jotta jatkossa voitaisiin valmistaa tuotteet lisääineettomina. Säilyvyyteen etsittiin ratkaisua modernista HPP -teknologiasta. Säilyvyyttä tutkittiin valmistamalla näytteitä, käsittelemällä ne HPP-laitteella ja suorittamalla näille näytteille mikrobiologisia ja aistinvaraisia testejä. Aistinvaraisesti tutkittavia ominaisuuksia olivat tuoksu, väri, maku, rakenne ja suutuntuma.

7.2 Yksikköoperaatiot

Raaka-aineiden sekoitus tehtiin suurkeittiöolosuhteissa perinteisin keittiövälinein punnitsemalla raaka-aineet sekoitusastiaan käyttäen elintarvikevaakaa (merkki: Raute) ja yläkuppivaakaa (merkki: Mettler Toledo). Tuotantolaitosolosuhteissa raaka-aineiden sekoitus tapahtuu sekoitussäiliössä. Raaka-aineena käytetty valkuainen oli pastöroitua, eli salmonellan vaara oli poissuljettu.

Tuotemassan pastörinti suoritettiin tuotekehitysolosuhteissa pintakaavinlämmönvaihtimella (Armfield FT25D, myöhemmin SSHE - Scraped Surface Heat Exchanger) raaka-aineiden sekoituksen jälkeen. Tuotantolaitosolosuhteissa massan pastörinti tapahtui putkipastörintilaitteella.

Pakkaus suoritettiin tuotekehitysolosuhteissa välittömästi SSHE:n jälkeen etanolilla puhdistettuihin 1,0L muovipulloihin, jotka suljettiin etanolilla puhdistetuilla kierrekorkeilla. Tuotantolaitosolosuhteissa valmiin tuotteen pakkaus tapahtuu välittömästi valmistuksen jälkeen linjastoon kytketyllä korkean hygienian pakkauslaitteella. Tuote pakataan 0,5L kartonkipakkauksiin ja pakkaukseen jäävä ilmatila täytetään suojakaasulla (elintarviketyppi & hiilidioksidi, N₂:CO₂).

Säilyvyyden varmistus voitaisiin tehdä käsittelemällä pakattu tuote HPP-laitteistolla. HPP-menetelmän testaamiseksi suoritettiin koe, jossa raaka-aineiden sekoittamisen jälkeinen lämpökäsittely (pastörinti) korvattiin HPP-käsittelyllä. Käsitellyistä tuotteista tehtiin sekä mikrobiologiset että aistinvaraiset säilyvyyskokeet. Samanaikaisesti testattiin myös opinnäytetyön piiriin kuulumattomia näytteitä, joista saadut tulokset tukivat opinnäytetyön näytteiden tuloksia.

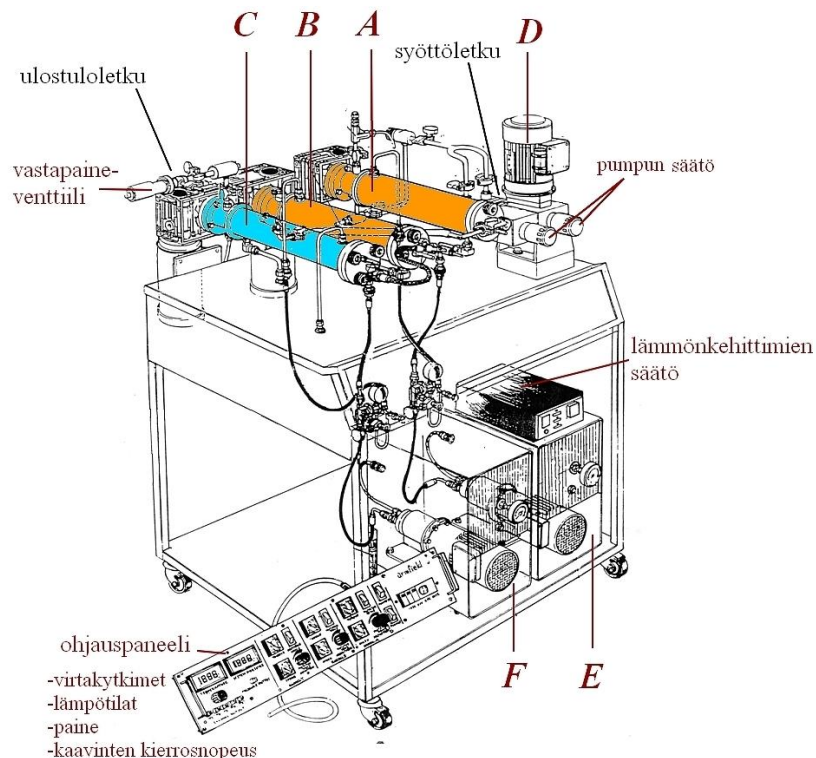
7.2.1 Laitteet ja toimintaperiaatteet

Pintakaavinlämmönvaihdin

Tuotekehitysolosuhteissa käytettiin pastöintiin Armfield FT25D pintakaavinlämmönvaihdinta. Laite on tarkoitettu laboratorio-olosuhteisiin ja vastaa tehdasmittakaavan lämpökäsittelylaitteita (HTST, UHT). Se on suunniteltu viskoosien tuotteiden käsittelyyn ja sillä on mahdollista käsitellä myös pieniä määriä tuotetta. Koeajojen perusteella tarvittava tuotemassan määrä on minimissään noin 4L, jotta valikoiduissa olosuhteissa käsiteltyä tuotetta saadaan ainakin 1L.

Laitteisto (Kuva 5) koostuu:

- kolmesta erillisestä pintakaavinlämmönvaihtimesta (A, B, C)
- pumpusta (D)
- kahdesta erillisestä lämmönkehittäjästä (E ja F, yhtä tehokkaita)
- ohjauspaneelista (G)

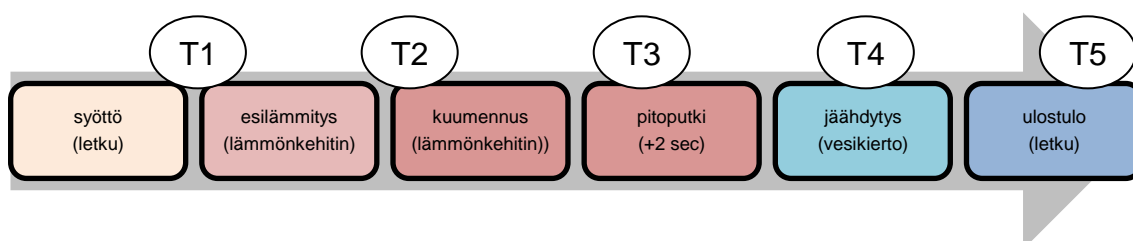


Kuva 5. Pintakaavinlämmönvaihdin (kuva on yksinkertaistettu versio käyttöohjeen kuvasta) (53)

A-lämmönvaihdin suorittaa normaalisti esilämmityksen (lämpötila asetettavissa lämmönkehittimen a-säädöillä) ja B-lämmönvaihdin suorittaa varsinaisen kuumennuksen (lämpötila asetettavissa lämmönkehittimen b-säädöillä). A-lämmönvaihdinta voidaan kuitenkin käyttää myös varsinaiseen kuumennukseen pitoajan pidentämiseksi. Tuotteen esilämmitys ennen syöttöä auttaa myös pidentämään pitoaika.

C-lämmönvaihdinta käytetään jäähdytykseen, joka tapahtuu kylmävesikierron avulla. Vesihanasta kytketään letku laitteeseen ja vesikierroksi voidaan säätää 0-10 L/h. Laitteen pumppu (kalvopumppu) on kaksipesäinen (varmistaa tasaisen virtauksen) ja molempien teho on portaattomasti säädettävissä 0-100 %. Pumpun säätö vaikuttaa suoraan tuotteen virtausnopeuteen: 50 % teholla tuotteen virtausnopeus on noin 10 L/h (maksimiteholla noin 20 L/h). Tuotteen kiinnipalamista estävät jokaisessa kolmessa pintakaavinlämmönvaihtimessa olevat pintakaapimet, joiden kierrosnopeus on kaavinkohtaisesti säädettävissä ohjauspaneelista (0-400 rpm).

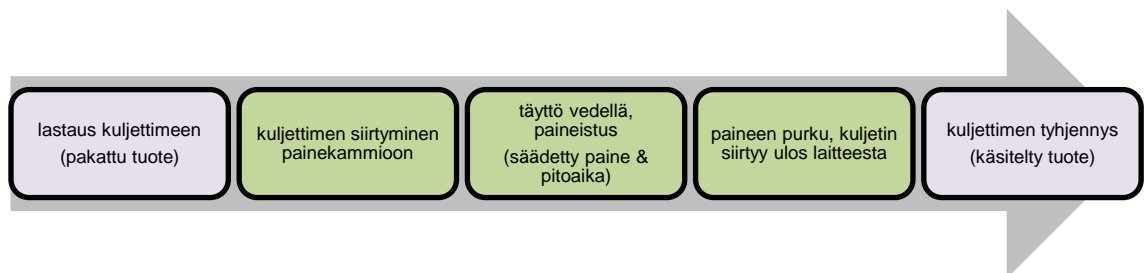
Laitteistoon on integroitu viisi hygieenistä lämpötila-anturia (T1-T5) joiden lukemat voidaan lukea ohjauspaneelissa olevalta lämpötilänäytöltä. Lämpötila-anturit ilmaisevat tuotteen syöttölämpötilan (T1), lämpötilan esilämmityksen jälkeen (T2), kuumennuksen jälkeen (T3), pitoputken jälkeen (T4) sekä jäähdytyksen jälkeen (T5). Tuotteen kulku ja lämpötilojen mittauskohdat käyvät ilmi kuvasta (Kuva 56). Laitteeseen saadaan aikaan ylipaine vastapaineventtiilin avulla. Tämä estää nestettä kiehumasta jos lämpökäsittely tehdään tuotteen kiehumispistettä korkeammassa lämpötilassa. Laitteessa oleva turvaventtiili avautuu paineen noustessa yli 0,8 MPa:n. Painetta mitataan pumpun jälkeen olevalla paineanturilla ja lukema nähdään ohjauspaneelista.



Kuva 6. Tuotteen kulku pintakaavinlämmönvaihtimessa

Korkeapainekäsittely

HPP:lla tarkoitetaan korkeapainekäsittelyä. HPP-laite mahdollistaa tuotteen pastöroinnin matalissa lämpötiloissa (esimerkiksi 4-25 °C), myös lopullisessa pakkauksessaan. Matalan lämpötilan ansiosta tuotteessa olevat ravinteet ja vitamiinit säilyvät lähes muuttumattomina. Käsittelypaine voidaan säätää 300-600 MPa:n välille. Paine jakautuu tuotteeseen tasaisesti joka puolelle (isostaattinen paine), minkä ansiosta tuotepakkauksen muoto ei vaikuta mikrobien tuhoutumiseen tuotteessa. Käsittely asettaa pakkausmateriaalille tiettyjä vaatimuksia, kuten vedenpitävyys ja joustavuus. HPP-menetelmällä voidaan inaktioida tuotteen sisältämät bakteerit, virukset, hiivat, homeet, sekä loiset, ja täten taata tuotteen turvallisuus ja parantaa säilyvyyttä. HPP-menetelmää voidaan soveltaa esim. liha-, kala-, hedelmä-, kasvis-, maito- ja valmisruokatuotteisiin, sekä lisäksi kosmetiikka- ja lääketuotteisiin. Tuotteen käsittelyn kulku käy ilmi kuvasta (Kuva 7). (54)



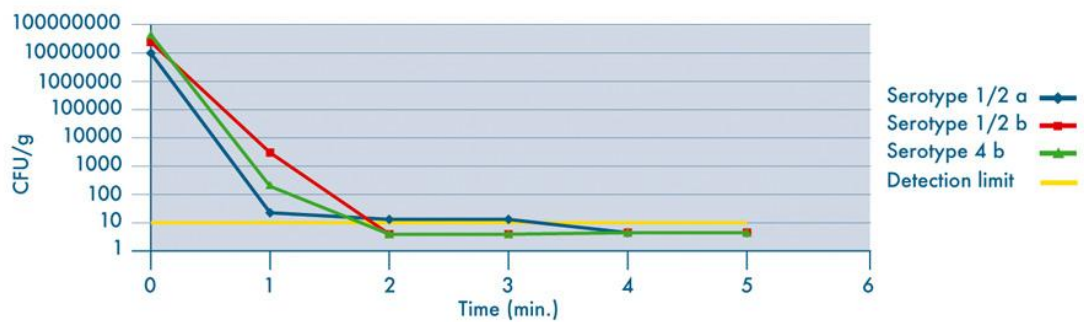
Kuva 7. Tuotteen käsittely HPP-laitteella

HPP-menetelmän etuja (54)

- Ympäristöystävällinen: käsittelyssä käytetään vain kierrätettävää vettä, sekä sähköä paineen tuottamiseen
- Tuhoaa taudinaiheuttajat: tuoteturvallisuus (esimerkkinä *Listeria monocytogenes*, ks. Kuva 8)
- Mahdollistaa lisäaineiden vähentämisen tai lisäaineettomuuden
- Pidentää tuotteen säilyvyyttä ja lisää asiakastytyväisyyttä
- Säilyttää tuotteen aistinvaraiset ja ravitsemukselliset ominaisuudet: korkeampi laatu

- Mahdollistaa uusien ja innovatiivisten tuotteiden (ei vaadi tuotteelta lämmönkestävyyttä) kehittämisen
- Vähän käsittelyvaiheita: lastaus, käsittely, purku, (kuivaus)
- Laitteiden hankinta- ja huoltokustannukset ovat korkeita, mutta tuotantokustannukset ovat erittäin kilpailukykyisiä

REDUCTION OF LISTERIA MONOCYTOGENES IN DRY HAM AT 600 MPA AND +5°C



Kuva 8. *Listeria Monocytogenes* -bakteerin tuhoutuminen HPP-käsittelyssä (54)

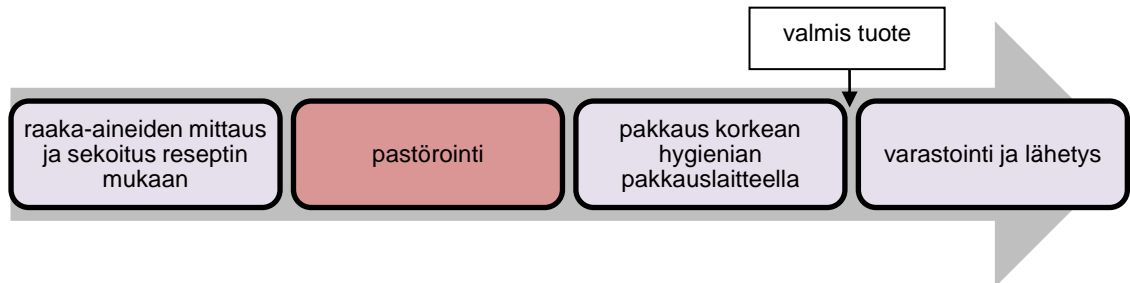
Alla olevassa kuvassa (Kuva 9) on HPP-laitteita valmistavan yrityksen, Hiberbaric:n laite Hiberbaric 55, jonka kapasiteetti on noin 255 kg/h. Tämä laite vaatii noin 22 m² huonetilan. Hiberbaric:n markkinoimien laitteiden kapasiteetti vaihtelee välillä 255-2700 kg/h. (55)



Kuva 9. HPP-laite Hiberbaric 55 (55)

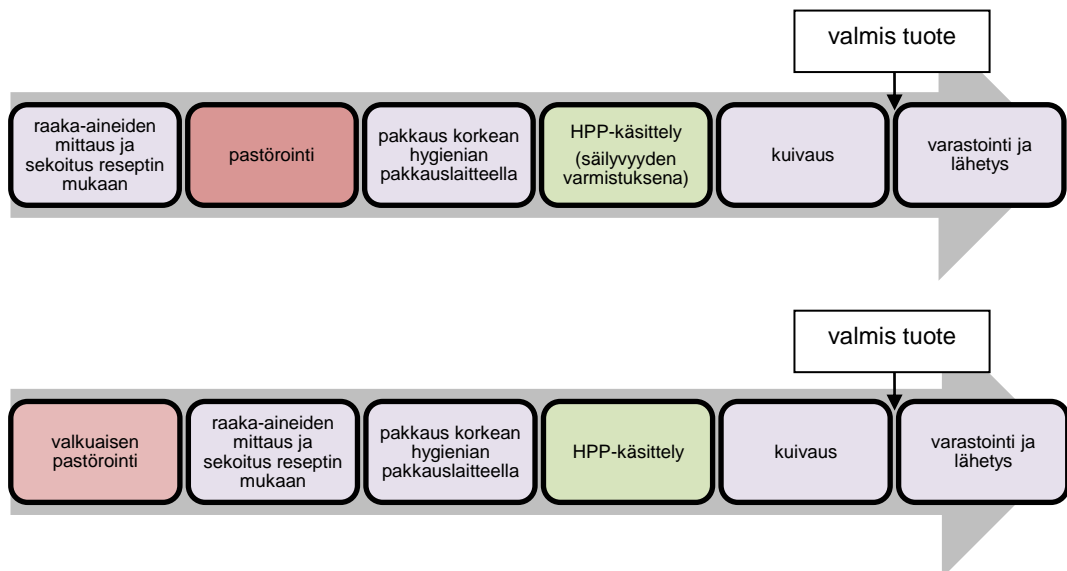
7.2.2 Yksikköoperaatioiden integrointi

Lämpökäsittelyä (pastörointi) käytettäessä tuotteen valmistus tapahtuu yksinkertaistettuna seuraavan kaavan mukaan (Kuva 10):



Kuva 10. Tuotteen valmistuskaavio lämpökäsittelyä käytettäessä

HPP -teknologian avulla voitaisiin vaikuttaa tuotteen säilyvyyteen integroimalla HPP-laite jo olemassa olevaan prosessilinjastoon, tai muokata linjastoa niin, että HPP-laite korvaisi lämpökäsittelyn kokonaan tuotemassan osalta, jolloin valkuaismassa pastöroitaisiin erikseen ennen raaka-aineiden sekoitusta. Näistä vaihtoehdoista jälkimmäinen säästäisi huomattavasti myös tuotantokustannuksissa. Kuvasta (Kuva 11) käyvät ilmi HPP-laitteen mahdolliset sijoituskohdat linjastossa.



Kuva 11. Linjaston mahdolliset kokoonpanot HPP-laitteen kanssa

8 TULOKSET

Konseptin kehityksessä päädyttiin tuotteeseen, joka on tarkoitettu aktiivisille liikkujille terveelliseksi ja proteiinipitoiseksi välipalaksi. Konseptin tuotteet soveltuvat hyvin myös muille käyttäjille, kuten lapsille, jotka tarvitsevat proteiinia kasvuun ja kehitykseen, sekä vanhuksille, joiden proteiinin tarve perustuu lihaksiston ja liikuntakyvyn ylläpitämiseen. Tuotteen helposti juotava koostumus lisää sen soveltuvuutta laajalle kuluttajaryhmälle. Keveydestään huolimatta tuotteiden rakenne on pehmeä ja täyteläinen. Konseptin tuotteet ovat maidottomia, kolesterolittomia ja gluteenittomia.

8.1 Juomakonsepti

Juomakonseptin pääraaka-aineena on kananmunanvalkuainen. Juomissa oleva sokeri on peräisin luonnollisista ainesosista, kuten hedelmistä ja marjoista. Koska juomakonsepti halutaan pitää terveellisenä ja painonhallinta on yksi terveyden tukipilareista, tehdään tarvittava makeutus luontaisella makeutusaineella, steviolalla. (56) Konseptin tuotteet sisältävät ravintokuitua ja kilpaileviin tuotteisiin nähden vähemmän kilokaloreita, mikä auttaa kuluttajia painonhallinnassa.

Konseptiin kehitettiin kaksi reseptiä, jotka molemmat istuvat imagoaltaan hyvin suomalaisuuteen ja luonnollisuuteen: Omena-Vanilja ja Kuningatar. Taulukosta Taulukko 8 käyvät ilmi tuotteiden alustavat ravintoainelaskelmat. Reseptitietojen luottamuksellisuudesta johtuen niitä ei ole sisällytetty tähän opinnäytetyöhön.

Taulukko 8. Konseptiin kehitettyjen tuotteiden arvioidut ravintosisällöt

ravintoarvot g/100g	OV	MH
Energiaa (kcal)	57,2	64,3
Proteiinia	8,0	7,9
Hiilihydraatteja*	5,7	7,0
*kuitua	0,5	0,5
Rasvaa*	0,1	0,2
*josta tyydyttynyttä	0,0	0,0

8.2 Säilyvyys

Konseptissa päädyttiin asetettujen säilyvyystavoitteiden vuoksi aluksi käyttämän lisäaineita tuotteen säilyvyyden varmistamiseksi. HPP -teknologiaan perustuvista kokeista ehdittiin opinnäytetyön aikarajan sisällä saada alustavia, lupaaviksi osoittautuneita tuloksia (Taulukko 9). Akkreditoidussa laboratoriossa suoritettujen mikrobiologisten säilyvyyskokeiden tulokset osoittavat HPP-menetelmän toimivuuden ja potentiaalinen konseptin tulevaa kehittelyä silmälläpitäen. Näytteet varastoitiin +6 °C:ssa.

Taulukko 9. HPP-käsittelyn tehokkuuden osoittaminen

HPP				
näyte	ennen käsittelyä	heti käsittelyn jälkeen	3 viikon jälkeen	5 viikon jälkeen
juomanäytteet, pmy/mL				
A	210	60	<10	<10
A	180	110	30	<10
A	270	<10	20	20
B	2300	40	<10	<10
B	120	20	<10	440
B	170	<10	20	350

Taulukossa olevat arvot kertovat näytteen sisältämät mikrobit yhtä näytemillilitraa kohden (pmy/mL). Merkintä <10 tarkoittaa, että mikrobien lukumäärä on alle havaintorajan. Näytteet oli pakattu yksittäisiin, kierrekorkillisiin 50 mL muovipulloihin. Tuloksista voidaan vetää johtopäätöksiä, että HPP-menetelmä mahdollistaisi tuotteiden jatkokehityksen lisäaineettomaan suuntaan. Tämä parantaisi myös juoman aistinvaraisia ominaisuuksia, sillä säilöntäaineiden lisääminen vaikuttaa heikentävästi tuotteen aistinvaraisiin ominaisuuksiin.

HPP-käsiteltävien näytteiden rinnalla tutkittiin käsittelemättömiä, samasta tuotemassasta otettuja näytteitä. Näytteet pakattiin ja säilytettiin kuten HPP-käsiteltävät näytteet. Nämä näytteet todettiin mikrobiologisilta ominaisuuksiltaan elintarvikekäyttökelpoisiksi heti valmistuksen jälkeen, mutta viikon kuluessa ne olivat pilaantuneet käyttökelvottomiksi.

Aistinvaraisten ominaisuuksien säilyvyyden seurannassa arvioitiin, että säilöntäaineettomana ja lämpökäsitlemättömänä juoma maistui ja tuoksui selkeästi raikkaammalta ja luonnollisemmalta. Lisäksi väri oli kirkkaampi. Viiden viikon aikana näytteissä ei ollut havaittavissa muutosta aistinvaraisten ominaisuuksien suhteen. Arvioinnin suoritti kullakin arviointikerralla kaksi henkilöä maistamalla läpi koko näytesarjan. Sarjassa oli kahdella eri pH-arvolla valmistettuja näytteitä, jotka oli käsitelty eri parametrein HPP-menetelmällä. Luottamuksellisuuden vuoksi näitä parametreja ei sisällytetä opinnäytetyöhön.

8.3 Pakkaus

Tuotantokokeessa tuotteen pakkausmuotona testattiin 0,5 L kartonkipakkausta muovisella kierrekorkilla. Tuote pakataan linjastoon integroidulla korkean hygienian pakkauskoneella välittömästi valmistuksen jälkeen. Pakkauksen muotoilusta johtuva ilmatila täytetään suojakaasulla ($N_2:CO_2$) säilyvyyden varmistamiseksi.

8.4 Konseptin jatkokehitys

Konseptin jatkokehityksen kannalta oleellista on HPP-menetelmän käyttökysymyksen ratkaiseminen, sekä sen tuomat haasteet ja mahdollisuudet. HPP-menetelmän käyttöönotto merkitsisi myös uuden pakkausmuodon valitsemista. Uusien makujen kehittäminen tulee varmasti kyseeseen reseptiikan puolella. Ennen konseptin lanseerausta on suositeltavaa suorittaa kuluttajatutkimuksia tuotteen aistinvaraisten ominaisuuksien hienosäätämiseksi. Kuluttajatutkimuksista voidaan etsiä myös perusteita HPP-laitteiden investoinnille esim. selvittämällä kuluttajien halukkuus ostaa tuotetta säilöntäaineettomana ja lämpökäsitlemättömänä.

9 YHTEENVETO

Aktiiviselle liikkujalle on suositeltavaa terveellinen ja monipuolinen ruokavalio yhdistettynä riittävään lepoon ja kehonhuoltoon. Myös säännöllisyys ja oikean pituinen ateriatiheys ovat tärkeitä ominaisuuksia. Kun aterioiden väli on pitkä, hitaasti imeytyvät proteiinit ovat hyvä valinta, sillä ne pitävät veren aminohappopitoisuuden pitkään tasaisena. Välittömästi harjoittelun läheisyydessä nautittavaksi proteiiniksi on hyvä valita nopeasti imeytyviä proteiineja tai hydrolysoituja valmisteita, kuten haaraketjuisia aminohappoja, joita lihakset pystyvät hyödyntämään nopeasti. Lihasmassan kasvua ja voimaa tavoiteltaessa erityishuomiota vaatii ennen ja jälkeen harjoituksen nautittavat proteiinilisät ja kasvua tukevien aminohappojen riittävä saanti. Kestävyttä harjoitettaessa on otettava huomioon erityisesti imeytyminen ja nestetasapaino, sekä riittävän energiansaanti. Palautumiseen panostaminen on viisasta kestävyysharjoittelun jälkeen.

Lihasten kehittymisen kannalta olennainen prosessi on proteiinisynteesi. Proteiinisynteesiin tarvitaan energiaa ja välttämättömiä aminohappoja, joita on ihmisravinnon 20 aminohaposta aikuisille noin 8. Erityisesti leusiini stimuloi proteiinisynteesiä. Kaikkia proteiinisynteesiin tarvittavia aminohappoja on saatava samanaikaisesti ja synteesiä rajoittaa se aminohappo, jota on tarpeeseen nähden saatavilla vähiten. Tämän vuoksi pitää kiinnittää huomiota proteiinin biologiseen arvoon, joka ilmaisee miten lähellä proteiinin koostumus on ihmisravinnon kannalta optimaalista koostumusta. Myös insuliinihormoni on tärkeä proteiinisynteesiä säätelevä tekijä. Hiilihydraattien nauttiminen stimuloi insuliinin eritystä kehossa. Tästä seuraa, että yhdistetty proteiinien ja hiilihydraattien nauttiminen harjoittelun yhteydessä tuottaa paremman tuloksen kuin pelkästään toisen nauttiminen.

Painonhallinnassa kyse on karkeasti ilmaistuna painon pitämisestä halutulla alueella. Painonpudotuksessa taas pyritään vähentämään kehon massaa ja ihanteellisessa tapauksessa kehon rasvaprosentti pienenee. Kun energiansaanti ja kulutus ovat tasapainossa, pysyy kehon paino samana. Kun kulutus on

saantia suurempi, paino laskee suhteessa energiavajeeseen. Kun energiansaanti on suurempaa kuin kulutus, paino nousee. Jotta lihakset voivat kasvaa ja kehittyä, on kehon typpitasapainon oltava positiivinen. Elimistö hajottaa omia proteiinejaan jatkuvasti ja rakentaa vapautuneista (80 %) sekä ravinnosta saamistaan (20 %) aminohapoista uusia proteiineja. Tämä jatkuvasti tapahtuva uusiutuminen on elintärkeää. Jotta kehitys voi jatkua koko levon ajan, on keholla oltava ravinteita saatavilla koko lepojaksen ajan.

Kehon proteiinin tarvetta voidaan tukea erilaisilla proteiinilisillä ja proteiinirikkailla tuotteilla. Tuotteiden valinnassa on hyvä kiinnittää huomiota yksilöllisiin tarpeisiin ja tuotekohtaiseen ravintosisältöön, erityisesti energiatiheyteen ja proteiinikoostumukseen. Aktiiviliikkujalta riittää kevyt proteiinirikkaiden tuotteiden käyttö perusruokavalion tukena. Mitä rankempia harjoituksia tehdään ja mitä kovempia tuloksia halutaan, sitä suurempi on myös ravinteiden tarve. Samassa suhteessa kasvaa myös tarve levolle ja kehonhuollolle.

Käytännön töiden tuloksena kehitettiin aktiivisille liikkujille suunnattu konsepti, joka lisää luonnollisella tavalla ruokavalion proteiinin määrää ja samalla auttaa painonhallinnassa, sillä se sisältää energiaa monia kilpailevia tuotteita vähemmän. Konseptiin kehitettiin kaksi erimakuista reseptiä, jotka molemmat ovat gluteenittomia, maidottomia, kolesterolittomia ja kilpailukykyisiä sekä hintansa, että ravintosisältönsä puolesta. Lämpökäsittelyn korvaamista nykyaikaisella HPP-tekniikalla tutkittiin sekä aistinvaraisin, että mikrobiologisin kokein. HPP-tekniikka osoittautui erittäin potentiaaliseksi testattujen ominaisuuksien suhteen ja tulokset huomioidaan tuotteen jatkokehityksessä ja tulevaisuudessa laitehankintasuunnitelmissa.

LÄHTEET

1. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt00020. viitattu 04.01.2014.
2. Antti Alaranta, Juha Hulmi, Joonas Mikkonen, Jari Rossi ja Antti Mero. Lääkkeet ja lisäravinteet urheilussa – suorituskyvyn ja kehon koostumukseen vaikuttavat aineet. Jyväskylä 2007 : NutriMed Oy, Helsinki (1.painos).
3. <http://www.diabetes.org/food-and-fitness/food/what-can-i-eat/understanding-carbohydrates/glycemic-index-and-diabetes.html> viitattu 11.05.2014
4. http://sportsmedicine.about.com/od/anatomyandphysiology/a/VO2_max.htm viitattu 11.05.2014
5. Edward D Barker, Natasha Kirkham et al. Prenatal maternal depression symptoms and nutrition, and child cognitive function. BJP December 2013, vol 203.
6. Medeiros, Robert E.C. Wildman & Denis M. Advanced human nutrition. s.l. : USA Florida, CRC Press LLC, 2000.
7. <https://extras.csc.fi/biosciences/sanasto/html/kuva3.html> viitattu 11.05.2014
8. Antti Aro, Marja Mutanen, Matti Uusitupa, Toim. Ravitsemustiede. Helsinki, 4. painos (2010). Kustannus Oy Duodecim, 2005.
9. Voutilainen, Eeva. Ravitsemustieteen perusteita –verkkoaineisto, ravintoaineet ja energia . Helsingin yliopiston Avoin yliopisto 2009, viitattu 20.02.2014.
10. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Turvotus>. viitattu 2.1.2014.
11. M. Veldhorst, A. Smeets, S. Soenen, A. Hochstenbach-Waelen, R. Hursel, K. Diepvens, M. Lejeune, N. Luscombe-Marsh, M. Westerterp-Plantenga. Physiology & Behavior, Protein-induced satiety. 2008.
12. Voutilainen, Eeva. Ravitsemustieteen perusteita / Ravintoaineet ja energia, 2009-2010. 2009, Helsingin yliopiston Avoin yliopisto, viitattu 5.1.2014 : s.n., http://www.avoin.helsinki.fi/oppimateriaalit/ravitsemustieteen_perusteet/Rav_ravaineet_energia_0909.pdf .
13. <http://www.solunetti.fi/fi/histologia/lihaskudos/>. viitattu 17.02.2014.
14. lihaskudostyyppit, Ihmisen. <http://www.studyblue.com/notes/note/n/chapter-5/deck/5099892>. viitattu 30.02.2014.
15. Jeff S. Volek, Eric S. Rawson. Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes. Nutrition, Volume 20, July-August 2004.
16. Hay, Paul J. Cribb and Alan. Effects of Supplement Timing and Resistance Exercise on Skeletal Muscle Hypertrophy . Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 38, No. 11, pp. 1918-1925, 2006.
17. Olli Ilander, Patrik Borg, Marika Laaksonen ym. Liikuntaravitsemus. Jyväskylä, 2007. VK-Kustannus Oy 2006. .
18. <http://www.fit.fi/terveysuutiset/uni-lataa-akut/1715> . viitattu 21.02.2014.
19. http://www.huippu-urheilija.fi/urheileminen/lepo_ja_palautuminen/ . viitattu 21.2.2014.
20. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=onn00046&p_teos=onn&p_sel_auus. viitattu 21.02.2014.

21. <http://www.sydanliitto.fi/kuitu#.UzaFcWeKCUk>. viitattu 29.03.2014.
22. 2013, Nordic Council of Ministers. Nordic Nutrition Recommendations 2012, Part 1. <http://dx.doi.org/10.6027/Nord2013-009>, viitattu 2.1.2014.
23. 2014, Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Suomalaiset ravitsemussuositukset. Juvenes Oy, Helsinki 2014. ISBN 978-952-453-801-5 (verkkojulkaisu).
24. 2005, Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Suomalaiset ravitsemussuositukset. Edita Publishing Oy, Helsinki. ISBN 951-37-4051-5.
25. press, WHO. Protein and amino acid requirements in human nutrition. (FAO/WHO/UNU), 2007. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_935_eng.pdf, viitattu 12.2.2014.
26. Consultation, Report of an FAO Expert. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food and nutrition paper 92, Food and agriculture organization of the united nations, Rome, 2013. ISBN 978-92-5-107417-6.
27. <http://www.ukkinstituutti.fi/liikuntapiirakka>. viitattu 11.1.2014.
28. <http://www.bodylehti.fi/?p=891> . viitattu 21.02.2014.
29. Euroopan komission asetus ravitsemusväitteistä (EU). No 1047/2012, 2012.
30. Arla Foods Ingredients Inc, Global Food Forums Inc. 2013 Protein trends & technologies – a seminar report . 2013.
31. <http://www.oatsandhealth.org/composition-oats-and-health-27/oat-protein>. viitattu 18.02.2014.
32. <http://www.tohtori.fi/?page=4069997&search=prolamiini>. viitattu 18.02.2014.
33. Karen E. Charlton, Linda C. Tapsell, et al. Effect of 6 weeks' consumption of b-glucan-rich oat products on cholesterol levels in mildly hypercholesterolaemic overweight adults. British Journal of Nutrition, vol 107, 2012.
34. Wolever et. al. Bioactive oat beta-glucan reduces LDL cholesterol in Caucasians and non-Caucasians. Nutrition Journal, 2011.
35. <http://www.oatsandhealth.org/oats-and-health-oats-and-health-28/cholesterol-oats-and-health-29>. viitattu 18.02.2014.
36. <http://www.oatsandhealth.org/oats-and-health-oats-and-health-28/gut-health-oats-and-health-53>. viitattu 18.02.2014.
37. <http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/ruoka-allergeenit/yleisimmat+ruoka-allergian+aiheuttajat/vilja/>. viitattu 15.02.2014.
38. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. Food Research International 43:537-546, viitattu 15.2.2014.
39. Hoogenkamp, Henk W. Alternative proteins – New plant proteins to challenge soy . The world of food ingredients, October/November, 2003.
40. http://www.agrimarket.fi/Maatalous_ja_Elaimet/kasvuohjelmat/Viljat/Harkapapu_-_uusi_valkaisrehukasvi/# . viitattu 21.02.2014.
41. <http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/ruoka-allergeenit/yleisimmat+ruoka-allergian+aiheuttajat/maapahkina+ja+muut+palkokasvit++soija++herneet++pavut++linssit++lupiini+/>. viitattu 15.02.2014.

42. Ahokas Mikko, Välimaa Anna-Liisa, Kankaala Anu, Lötjönen Timo ja Virtanen Elina. MTT Raportti 67 – Perunan ja vihannesten sivuvirtojen arvokomponenttien hyötykäyttö. MTT Jokioinen 2012. ISBN: 978-952-410-6- (verkkojulkaisu).
43. Wyers, Robin. Potato Potential in Cardiometabolic Health, Health & Wellness. The world of food ingredients, October/November 2003.
44. http://www.lihatiedotus.fi/www/fi/tietoa_lihasta/mitalihaon/index.php. viitattu 15.02.2014.
45. <http://www.lihatiedotus.fi/www/fi/Liitetiedostot/Liharuokamaistuu.pdf>. viitattu 15.02.2014.
46. <http://www.pronutritionist.net/imeytymaton-proteiini-ja-hiilihydraatti-vaikuttavat-painvastoin-terveyteen/>. viitattu 18.02.2014.
47. <http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/ruoka-allergeenit/yleisimmat+ruoka-allergian+aiheuttajat/maito/>. viitattu 15.02.2014.
48. <http://sportsnutritioninsider.insidefitnessmag.com/4905/manipulating-night-time-anabolic-catabolic-cycles>. viitattu 08.02.2014.
49. <https://www.incredibleegg.org/egg-facts/egg-cyclopedia/y/yolk>. viitattu 08.02.2014.
50. <http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/ruoka-allergeenit/yleisimmat+ruoka-allergian+aiheuttajat/kananmuna/>. viitattu 15.02.2014.
51. <https://www.incredibleegg.org/egg-facts/egg-cyclopedia/a/albumen>. viitattu 08.02.2014.
52. <http://www.thepoultrysite.com/publications/1/egg-quality-handbook/5/internal-and-external-egg-quality>. viitattu 19.03.2014.
53. Armfield FT25D pintakaavinlämmönvaihtimen manuaali.
54. <http://www.hiperbaric.com/en>. viitattu 29.03.2014.
55. http://www.hiperbaric.com/media/uploads/equipos/documentos/Tryptich_Hiperbaric_range_ENG_72dpi1.pdf. viitattu 29.03.2014.
56. <http://www.stevia.fi/#!/mita-ovat-stevioliglykosidit/>. viitattu 19.03.2014.
57. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. USDA, National Nutrient Database for Standard Reference. viitattu 12.02.2014.