



Ira Ahokas, Marko Ahvenainen, Pasi Pohjolainen & Tuomas Kuhmonen

PROTEIINIKYSYMYS JA SEN RATKAISU- MAHDOLLISUUDET SUOMESSA

**Systeminen tarkastelu sekä kirjallisuuskatsaus
järjestelmän nykytilasta ja muutospoluista**

TULEVAISUUDEN TUTKIMUSKESKUS

TUTU eJULKAISUJA 4/2016



Turun yliopisto
University of Turku



TULEVAISUUDEN
TUTKIMUSKESKUS

Ira Ahokas

Projektipäällikkö
ira.ahokas(a)utu.fi

Marko Ahvenainen

Projektipäällikkö
marko.ahvenainen(a)utu.fi

Pasi Pohjolainen

Projektitutkija
pasi.pohjolainen(a)utu.fi

Tuomas Kuhmonen

Tutkimusjohtaja
tuomas.kuhmonen(a)utu.fi



Copyright © 2016 Kirjoittajat & Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto

ISBN 978-952-249-418-4 (pdf, 2. korjattu versio)

ISBN 978-952-249-422-1 (painettu)

ISSN 1797-1322

2. korjattu versio, jossa s. 10 nurmiproteiinin tuotannon määrä (v. 2013) korjattu noin 449 miljoonaan kiloon.

TULEVAISUUDEN TUTKIMUSKESKUS

Turun kauppakorkeakoulu

20014 TURUN YLIOPISTO

Turku: Rehtorinpellonkatu 3, 20500 TURKU

Helsinki: Korkeavuorenkatu 25 A 2, 00130 HELSINKI

Tampere: Åkerlundinkatu 2, 33100 TAMPERE

Puh. (02) 333 9530

utu.fi/ffrc

tutu-info@utu.fi

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	4
1.1	Proteiinikysymys ja suomalainen ruokajärjestelmä	4
1.2	Jos valkuaisomavaraisuuden nosto on ratkaisu, mikä on ongelma?.....	7
1.3	Millainen asiointi tulevaisuuksissa vallitsee ja miksi?	14
1.4	Sosio-tekninen muutos tilasta toiseen.....	16
1.5	Toimintamallin muutoksen vaiheittainen eteneminen	19
2.	VALKUAISTUOTANNON LISÄÄMINEN NYKYISISTÄ LÄHTEISTÄ	22
2.1	Biologis-tekninen näkökulma - miten omavaraisuuden kasvu nykylähteitä tehostamalla on mahdollinen?	24
2.2	Talous ja markkinat - valkuaisomavaraisuuden kasvattaminen kannattavuusnäkökulmasta	31
2.3	Yhteiskunnalliset muutostekijät valkuaisomavaraisuuden kasvattamiseksi	34
3.	VALKUAISTUOTANNON LISÄÄMINEN UUSISTA LÄHTEISTÄ	39
3.1	Mikä on uutuutta ja mitä siitä seuraa?	39
3.2	Biotekniset tuotantomahdollisuudet	40
3.3	Poliittinen toimintaympäristö.....	45
3.4	Markkinat ja innovaatiot.....	46
3.5	Arvot ja sosio-kulttuuriset käytänteet	46
4.	VALKUAISTUOTTEIDEN KULUTUS	48
4.1	Suomi kuluttaa.....	48
4.2	Suomalainen ruokakulttuuri ja kestävyys.....	50
4.3	Kuluttaja-asenteet, arkikäytänteet ja muutos.....	52
4.4	Kuluttajien toimintatila ja muutospolitiikka.....	54
4.5	Tuotemarkkinat ja kuluttajamieltymykset	54
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET	58
5.1	Ruokajärjestelmän proteiiniongelman dynamiikka.....	58
5.2	Muutoksen ymmärrys proteiinituotannon ja -kulutuksen käytänteissä	60
	LÄHTEET	67

1. JOHDANTO

1.1 Proteiinikysymys ja suomalainen ruokajärjestelmä

Mitä on tapahtunut, jos vuonna 2030 elämme Suomessa, jossa:

”kuluttajat syövät maukasta, terveellistä ja kestävästi tuotettua ruokaa, jonka proteiinikoostumus on optimoitu eri ikäluokille ravitsemussuositusten mukaisesti. Valkuaisomavaraisuutemme on noussut nykyisestä alle 20 prosentista 60 prosenttiin. Kasvi-, sieni-, ja kalatuotteita syödään nykyistä enemmän, ja lihan käyttö on vähentynyt. Tämän seurauksena kansanterveys on parantunut ja kroonisten sairauksien, esim. diabeteksen ja syövän, ilmaantuvuus on kääntynyt laskuun. Ihmisravinnoksi ja eläinten rehuksi saadaan proteiinia uusista lähteistä, jotka eivät kiihdytä ilmastonmuutosta ja löytyvät läheltä. Uudet suomalaiset elintarvikkeet on tuoteistettu niin, että kuluttajat pitävät niistä ja ne ovat tunnettuja brändejä myös maailmalla.” (ScenoProt-hankkeen visio)

Miksi yllä esitetty visio toteutuisi? Kuka edellä esitetyn tulevaisuuden omistaa eli kenen intresseissä on yrittää muuttaa maailmaa kohti vision kuvaamaa tilaa? Onko edellä kuvattu visio arvosidonnainen tahdon ilmaus, jota kaikkien tulisi edistää? Mistä tulee tuo 40 prosenttiyksikön nousu täydennysproteiiniomavaraisuuteen ja mitä systeemiä muutoksia se vaatii? Keitä ovat mainitut kuluttajat? Miksi luovomme Suomessa lihan syönnistä samaan aikaan kun oletamme muun maailman omaksuvan nykyiset syömistapamme? Miten historiallisesta aineistosta nouseva ennuste tulotason kasvun muuttamisesta väistämättä lihanhimoksi on selitetty? Syömmekö tulevaisuuden arjessa niin, että jokaisen lautasella on erilainen proteiinikoostumus, ja miten tämä käytännössä toteutetaan? Jos meille on tulevaisuudessa tarjolla ruuaksi lisää kotimaisia kasviproteiinin lähteitä, lisääkö se itsestään kasviproteiinin osuutta ruokavaliassa? Ohjaako tieteellisen tiedon kasvu, digitaalinen diagnostiikka ja siihen yhdistetty sensoriteknikka terveyden näkökulmasta optimoitua ja geneettiseen perimään asti personoitua syömistä? Miten syömällä pelastetaan maailma niin, että se tapahtuu kannattavana liiketoimintana – vai eikö ruoka ole enää tulevaisuudessa kauppatavaraa nykyisessä mielessä? Syömmekö ja tuotamme ruokamme määrättyllä tavalla, koska se on ”kannattava bisnes” – vai onko ruokajärjestelmä kannattava bisnes, koska syömmekö määrättyllä tavalla? Ovatko suomalaiset oppineet ”brändäämään” ja markkinoimaan vuonna 2030? Jos tulevaisuuteen varautumisen seurauksena omavaraisuus on yleinen periaate ja kehityksen suuntaus kaikkialla maailmassa, mitä ruokaa silloin viedään ja miksi?

Edellä esitetty ScenoProt-hankkeen visio on itsessään merkki siitä, missä ihmisjärjestelmät erityisesti eroavat luonnonjärjestelmistä, joissa vallitsevat ihmisen tahdosta riippumattomat luonnonlait ja

jotka kehittyvät evolutionäärisesti mutaation ja sopeuttavan valinnan kautta. Ihmisten valikoiva toiminta kohdistuu myös tulevaisuuteen sijoitettuihin päämääriin. Me operoimme merkityksillä eli toimimme merkityksellisen tiedon pohjalta valitaksemme jotain, mikä tyydyttää arvojamme ja päämääriämme. Me toivomme edistystä eli tulevaisuus on mahdollisuus paremmalle nykyhetkelle.

Koska esimerkiksi kasviproteiinia voidaan käyttää ruokana tai syöttää eläimille rehuna, voidaan ajatella korkeamman tason merkitysten ja tarkoitusten ohjaavan alemman tason toimintaa. Tästä syystä tavallisen rahkapurkin vieressä olevaa proteiinirahkaa, jossa on vähemmän proteiinia kun tavallisessa rahkassa, ei voi ymmärtää saati sen olemassaoloa maitohyllyllä ennustaa välttämättömyydestä käsin. Kysymys on pikemmin ihmiselle tietoisena ja informaatiota prosessoivana olentona ominaisesta symbolisesta merkitysrajauksesta, jolla voidaan ohjata esimerkiksi kulutuskäyttäytymistä. Proteiinirahkan tarkoitus on toimia manipuloivana merkinä jollekin jostakin jossakin tämän viitekehksessä.

Se, ettei ihmisen maailma ainoastaan reagoi menneeseen vaan muodostaa jatkuvasti uusia odotuksia tulevista tapahtumista tai toimenpiteistä, tekee tulevaisuuden ennakkoinnista erityisen vaikeaa. Merkityksiin pohjautuvat tarkoitussyyt muuttavat tulevaisuutta jatkuvasti samaan aikaan kun kausaalisiin säännönmukaisuuksiin nojaavat ennusteet eivät tuo siihen mitään uutta. Vaikka voisimme palauttaa esimerkiksi ihmisen merkityksenantoon perustuvan käyttäytymisen sen oletettuun materiaalliseen perustaan, emme ehkä sittenkään pystyisi välttämättä laskemaan ihmistä.

Tulevaisuutta koskeva tieto ja ymmärrys – kun ymmärrys on tietoa kontekstissa – poikkeaa nykyisyyttä ja menneisyyttä koskevasta tiedosta erityisesti siinä, ettei sitä voi perustaa aistein havaittavalle materiaaliselle todistusaineistolle (Nonaka 2014; Malaska 2009). Tämä tarkoittaa sitä, ettemme voi muodostaa tosi uskomusta, joka perustuu tapahtumalle, joka on todistetusti tapahtunut tulevaisuudessa. Näin ollen tulevaisuutta koskeva tieto on luonteeltaan kontingentteja, intentionaalisia ja ei-faktaalaisia ilmiöitä koskevaa näkemyksellistä tietoa (Malaska 2013). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että voimme johtaa samoista havainnoista erilaisia ennusteita ilman ristiriitaa. Havainnot eivät siis suoraan oikeuta ennusteista, vaan oikeutuksen prosessi nojaa selitykseen, jonka olemme omaksuneet ennusteiden pohjaksi (Deutsch 1997).

Jos tulevaisuuteen liitetty muutos on mahdollinen siinä mielessä, ettei se riko luonnonlakeja tai esimerkiksi vallitsevia biologisia reunaehtoja, on lopulta kysymys vain sosiaalisesta, taloudellisesta ja teknologisesta kyvystä ja halusta saada muutos aikaan. Tulevaisuudesta tulee näin ollen avoin eli ei välttämätön, ja siihen voidaan vaikuttaa omalla toiminnalla. Tähän liittyy yksi aikamme merkittävin paradoksi, jonka muun muassa fyysikko David Deutsch on esittänyt seuraavasti: "Mitä enemmän tiedämme maailmasta, sen vähemmän oikeastaan tiedämme tulevaisuudesta". Tämä johtuu siitä, että koska tiedämme enemmän maailmasta, kykymme vaikuttaa asioiden kulkuun kasvavat, mutta se, mitä emme voi tietää etukäteen, on mitä tiedämme seuraavaksi.

Niin Suomessa kuin muissakin kehittyneissä teollisuusmaissa on tutkittu varsin laajasti proteiiniomavaraisuuden lisäämistä ja tuontisoijan korvaamismahdollisuuksia kotimaisilla valkuaislähteillä yleisesti ja eri kotieläinten ruokinnassa (Taelman ym. 2015; Nykänen 2012; Peltonen-Sainio ym. 2011). Ruokajärjestelmä on kuitenkin eri toimijoista koostuva, monitahoinen kokonaisuus (Spaargaren ym. 2012), mistä syystä muutos proteiinihaasteen ratkaisemiseksi edellyttää erillistarkasteluja laajempaa näkemystä ja kokonaisvaltaista muutosta. Tässä selvityksessä vastauksia Suomen proteiinihaasteen ratkaisemiseksi etsitään kirjallisuudesta nivomalla kirjallisuudesta saatu tieto kohti laajempaa näkemystä kokonaisvaltaisesta muutoksesta tuotannossa, jalostuksessa ja kulutuksessa – eli koko proteiinijärjestelmässä.

Kirjallisuusselvitys on osa ScenoProt-hanketta (Novel Protein Sources for Food Security), joka kuuluu Strategisen Tutkimuksen Neuvoston (STN) tutkimusohjelmaan ”Ilmastoneutraali ja resurssi-riikas Suomi”. Suomen Akatemian rahoittamassa ScenoProt-hankkeessa haetaan ratkaisuja ongelmiin, jotka liittyvät lihan kulutuksen ilmastokuormitukseen, Suomen sika- ja siipikarjantuotannon riippuvuuteen ulkomaisesta rehuvalkuaisraaka-aineesta, kasviproteiinin sulavuuteen ja aminohappokoostumukseen liittyviin ongelmiin sekä kuluttajien vähäiseen kiinnostukseen kasviproteiinia kohtaan. *Kirjallisuuskatsauksessa keskitytään näistä ongelmista erityisesti Suomen alhaisen proteiiniomavaraisuuden kasvattamiseen liittyvän muutoksen mahdollisuuksiin sekä laajemmin proteiinihaasteeseen.* Tavoitteeseen pyritään tarkastelemalla muutosta kolmesta eri näkökulmasta, jolloin pohditaan, miten kyseinen muutos on mahdollista saavuttaa:

- Olemassa olevien proteiinilähteiden käyttöä tehostamalla?
- Uusia proteiinilähteitä hyödyntämällä?
- Kuluttajuuden ja kulutuksen muutoksen kautta?

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan ScenoProt-hankkeen tulevaisuusprosessin tiedollisia lähtökohtia. Kirjallisuus on valittu niin, että se käsittelee edellä esitetyn vision aihepiirejä pääpainon ollessa valkuaisomavaraisuuteen ja sen nostoon liittyvissä näkökulmissa. Tietotarvetta ohjaa osaltaan hankkeessa tulevaisuusmenetelmäksi valittu backcasting -menetelmä (Robinson 1990). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tulevaisuus on valittu tapahtuneeksi, ja tulevaisuusprosessin tehtävänä on skenaarioiden avulla oikeuttaa vision kuvaama tulevaisuus. Skenaariot eivät siis ole ennusteita vaan selityksiä, joiden keskeinen tehtävä on tulevaisuuden mahdollisuuksien ja epävarmuuden kommunikointi.

1.2 Jos valkuaisomavaraisuuden nosto on ratkaisu, mikä on ongelma?

Perimmäiseltä olemukseltaan ruuantuotanto on luonnon materiaali- ja ainevirtojen laadullista muuttamista hyödynnettäväksi ihmisen haluamaan muotoon (Lähde 2013). Laadullista muutosta ei ehdollista näin ollen vain pyrkimys määrällisesti optimaaliseen ravintotuotantoon, vaan myös esimerkiksi makusioihin liittyvä mielihyvä, jota syöminen aiheuttaa – tai sen odotetaan aiheuttavan. Ongelma syntyy, jos materia- ja energiavirtojen laadullinen muutos perustuu olosuhteisiin ja oletuksiin, jotka eivät ole tulevaisuuden näkökulmasta kestäviä.

Suomalaiset hankkivat kotiinsa ruokaa ja alkoholittomia juomia vuonna 2013 yhteensä 13,6 miljardilla eurolla. Tämä vastaa 12,8 prosenttia kotitalouksien kulutusmenoista. Jos mukaan lasketaan alkoholijuomat ja ulkona tapahtuva ruokailu, on osuus 21,9 prosenttia kulutusmenoista. Luonnonvarakeskuksen ravintotasetilastojen mukaan vuonna 2013 Suomessa keskiverto henkilö kulutti 178 kiloa nestemäisiä maitotuotteita, 80 kiloa viljaa, 77 kiloa lihaa, 65 kiloa vihanneksia ja 61 kiloa hedelmiä (Luke 2016). Sian- ja naudanlihan kulutus henkilöä kohden oli runsas kilo viikossa.

Nykyhetkestä taaksepäin merkittävimmät muutokset kulutustottumuksissa keskipitkällä aikavälillä ovat Luonnonvarakeskuksen ravintotasetilastojen mukaan vaalean lihan kulutuksen suhteellisen osuuden kasvu sekä tuoreiden vihannesten, pähkinöiden ja erityisesti juustojen ja rahkojen kulutuksen lisääntyminen. Pitkällä aikavälillä merkittävin muutos on ollut lihan kulutuksen kasvu. Jos sivuutetaan taloudellisesta niukkuudesta aiheutuva mahdollinen suomalaisen ravinnon puute tai suoranainen nälkä, voidaan sanoa, että periaatteessa ainakin kalorienäkökulmasta suomalaisen lautanen näyttäisi olevan melko täynnä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että jos lautaselle laitetaan jotain lisää, on sieltä otettava samalla jotain pois.

Syömisen mahdollistaa ja samalla osaltaan myös ehdollistaa ruuan tuotanto. Sadassa vuodessa kehittyneissä maissa, kuten Suomessa, on noustu tuotannon kasvun seurauksena ruuan kulutuksessa niukkuudesta yltäkylläisyyteen. Historiallisesta näkökulmasta maanviljelyn vallankumous on osaltaan mahdollistanut muutoksen siihen *”mitä hyvin harvat tekivät sillä aikaa kun kaikki muut kyntivät peltoja ja kantoivat vesiämpäreitä”* (Harari 2016). Viimeisten 200 vuoden aikana harvojen lukumäärä on kasvanut räjähdysmäisesti. Tämä on osaltaan luonut edellytykset inhimillisen toimeliaisuuden moninaistumiselle ja maailman monimutkaistumiselle. On syytä muistaa, että Suomessa tuo harvojen joukko oli vielä 1900-luvun alussa yksi neljästä työläisestä.

Sata vuotta sitten *”elintarviketeollisuus”* tarkoitti käytännössä maatiloilla tapahtuvaa jauhojen jauhamista, voin kirnuamista, eläinten teurastusta ja lihan savustamista tai suolaamista (Ikäheimo 1999). Nykyään ruoka ja ravinto eivät ole vain tyydytettävä perustarve vaan laaja liiketoimintakokonaisuus, jota ajaa odotetun niukkuuden keskellä enenevässä määrin myös kaupaksi saamisen tarve ja kilpailu vatsaosuuksista. Vuonna 2013 Suomen maa- ja puutarhatalouden arvonlisäys oli 3,3 miljardia euroa ja kokonaistuotos oli 6,9 miljardia euroa, josta maataloustukien osuus oli 2 miljardia euroa (Niemi &

Ahlstedt 2015). Jalostavan elintarviketeollisuuden tuotos oli samana vuonna 12 miljardia euroa ja arvonlisäys 2,8 miljardia euroa. Elintarviketalouden rahavirtojen kokonaisarvoksi on vuonna 2013 arvioitu 27 miljardia euroa, joka vastaa noin 10 prosenttia Suomen bruttokansantuotteesta (Niemi & Ahlstedt 2015). Voidaan sanoa, että merkittävä osa syömisestämme on tuilla ohjatun järjestelmän tulosta ja näin ollen ”julkista kulutusta”.

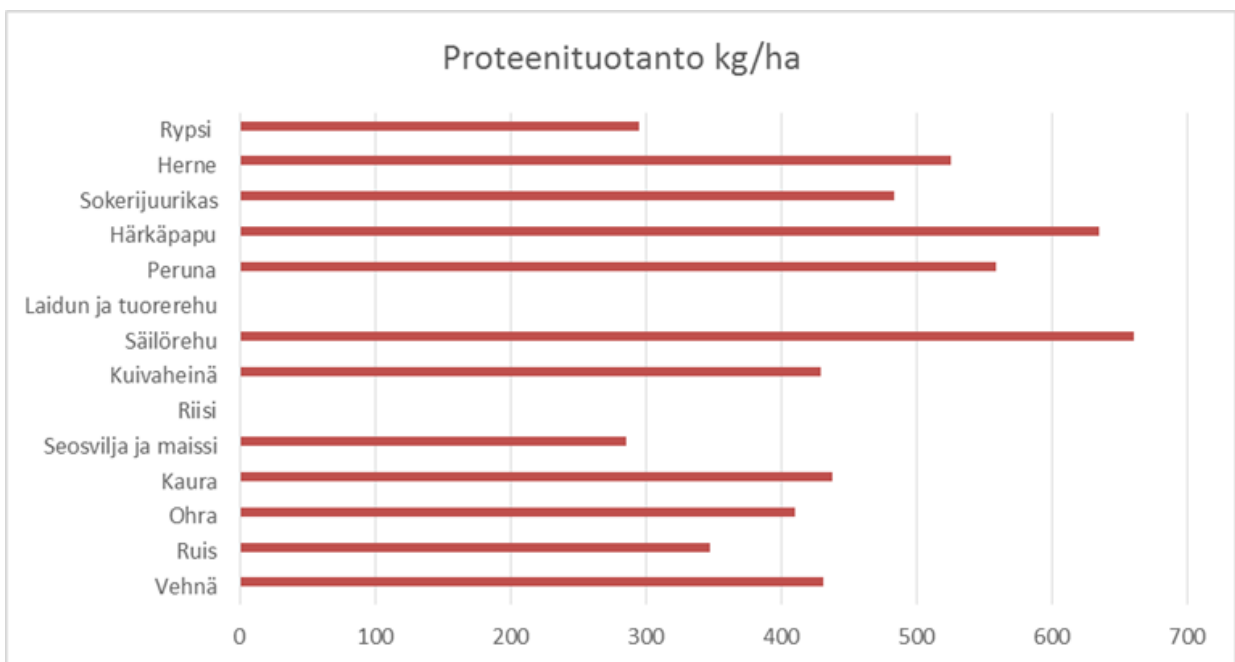
Ruuan tuotannon ja sen kulutuksen erkaantuminen ja ketjuuntuminen energiaintensiiviseksi ja erialaisia globaalisti tuotettuja välipanoksia vaativaksi järjestelmäksi on suhteellisen tuore ilmiö. Käytännössä kuluttaja voi havaita ketjuuntumisen arjessaan siitä, että kaupasta saattaa olla entistä vaikeampi löytää pelkistä alkuperäisistä raaka-aineista koostuvaa ruokatuotetta (Kovanen 2014) ja yhä helpompi löytää useita samankaltaisia ruokatuotteita, jotka on tuotettu ympäri maailmaa. Voidaan olettaa, että ilman maanviljelyn kehitysten mahdollistamaa ylijäämää ei olisi tuskin syntynyt ruuantuotantoon ja kulutukseen liittyviä kansallisia ja kansainvälisiä kompleksisia sosio-tekniisiä yhteistoimintajärjestelmiä ja monimutkaisia kauppa- ja talouspoliittisia riippuvuussuhteita. Tuskin olisi myöskään olemassa huolta proteiiniomavaraisuuden nostamisesta siinä systeemissä mielessä, kun me sitä nyt tässä raportissa tarkastelemme.

Selityksissä polku yltäkylläisyyteen reunustetaan usein biologis-tekniisellä edistyksellä – kuten jalostuksella – saavutetuksi tuottavuuden kasvuksi. Tämä on totta, mutta ei koko totuus. Samaan aikaan tuotannon tieto- ja osaamisintensiteetin sekä teknisen kyvykkyyden kasvun rinnalla ruokajärjestelmän panosten käyttö esimerkiksi energian osalta on kasvanut jopa tuotosta nopeammin. Kun esimerkiksi Yhdysvalloissa yhtä tuotettua ruokakaloria kohden käytettiin yksi kalori energiaa vuonna 1910, on vastaava luku nykyään kymmenkertainen (Pantzar 2013). Yhdysvalloissa keskiverto maanviljelijällä on koneistumisen myötä käytössään keskimäärin 8.000 tavallisen ihmisen teho (Partanen 2013). Jos vuoden 2000 traktorien työteho olisi korvattu Yhdysvalloissa hevosilla, olisi tarvittu yli 250 miljoonaa hevosta, joiden ruokkimiseen olisi tarvittu 40 prosenttia lisää viljelymaata (Lähde 2013). Biologis-tekniisessä edistyksen rinnalla on tapahtunut siis valtava systeeminen (fossiilinen) resurssipohjan laajenus, joka on mahdollistanut tuotannon ja kulutuksen runsastumisen. Ruuantuotannosta on tullut äärimmäisen resurssi- ja pääomaintensiivistä toimintaa, jota tuetaan niin taloudellisessa (esim. maatalouspolitiikka) kuin termodynaamisessa (esim. lannoitteet) mielessä. Suomessa maatalouden tuotoksesta noin puolet eli 3,6 miljardia euroa oli vuonna 2013 välituotteita (Niemi 2015). Ruuantuotannon systeeminen luonne näkyy proteiinin osalta tuotantoa, omavaraisuutta ja loppukäyttöä kuvaavina suhdelukuina, joita tarkastellaan seuraavaksi.

1.2.1 10:90

Kasviperäisen proteiinin tuotanto vuonna 2013 oli yhteensä 966 miljoonaa kiloa, josta noin 49 prosenttia tuli viljasta ja 46 prosenttia nurmesta (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Kotimaisen kasviperäisen proteiinin kokonaistuotto asukasta kohden on näin ollen noin 175 kiloa vuodessa. Jos nurmikasvit jätetään pois laskuista, on kotimaisen kasviperäisen proteiinin tuotanto asukasta kohden vuodessa noin 95 kiloa vuoden 2013 tuotantotiedoilla laskettuna. Viljojen osuus tästä on noin 90 kiloa.

Vaikka biologis-teknisten tuotantomahdollisuuksien lisääntyminen ja resurssipohjan laajentuminen ovat nykyisen ruuantuotannon mahdollistajia, on pelto edelleen maatalouden tärkein tuotannon-tekijä. Vuoden 2015 tilastojen perusteella Suomessa on jokaista asukasta kohden käytössä olevaa viljelymaata noin 0,42 hehtaaria. Maatalousmaasta kokonaisuudessaan kasviperäisen proteiinin tuotannossa on noin 80 prosenttia. Tästä suurin osa eli noin 60 prosenttia on viljaa. Viljoista ohra, kaura ja vehnä kattavat yhteenlaskettuna noin 97 prosenttia viljojen viljelyalasta. Kasviperäisen proteiinin tuotannossa olevasta viljelyalasta nurmikasvien osuus on noin 35 prosenttia (Kaukovirta-Norja ym. 2015).



Kuvio 1. Proteiinituotanto hehtaaria kohden (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Kasviperäisestä valkuaisesta ruokakäyttöön päätyi 96 miljoonaa kiloa. Vientiin meni vastavasti 95 miljoonaa kiloa. Muuhun käyttöön kuin ihmisten ruuaksi kasviperäisestä proteiinituotannosta päätyy siis 90 prosenttia, josta edelleen 90 prosenttia päätyy eläinten ruuaksi lihan, kalan, kananmunien ja maidon tuotantoon eli tuotantopanokseksi eläinvalkuaisen tuotantoon. Kotieläimiin liittyvän proteiinin tuotanto oli vuonna 2013 noin 174 miljoonaa kiloa, josta lihan osuus oli noin 39 prosenttia, maitotuotteiden 43 prosenttia ja kalan 13 prosenttia (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Jos nurmikasveista saatava proteiini jätetään huomioimatta, 20 prosenttia kasviperäisen proteiinin kokonaistuotannosta päätyy lopulta ihmisten ruuaksi (Kaukovirta-Norja ym. 2015). On kuitenkin syytä muistaa, että suuri osa eläinproteiiniksi päätyvästä kasviperäisestä proteiinista on peräisin ihmiselle ravintona – ainakin toistaiseksi – suoraan hyödyntämiskelvottomasta nurmesta. Nurmiproteiinin tuotanto oli vuonna 2013 noin 449 miljoonaa kiloa. Kasviperäisen proteiintuotannon näkökulmasta omavaraisuusaste on 90 prosenttia. Jos nurmikasvit jätetään pois, kasviproteiiniomavaraisuus on 76 prosenttia (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Päivittäin kulutamme keskimäärin 113 grammaa proteiinia henkeä kohden; tästä noin 80 grammaa tulee eläinkunnan tuotteista ja lopusta suurin osa viljasta (Heldán ym. 2013). Tämä systeeminen sulkeuma määrittää valkuaisen omavaraisuusvajeen ensisijaisesti rehuongelmana. Proteiiniomavaraisuus ei siis näyttäydy suoranaisesti kasviproteiinituotannon absoluuttiseen niukkuuteen liittyvänä ongelmana vaan suhteellisena ongelmana, joka on seurausta vallitsevasta tuotanto- ja kulutusrakenteen laadusta. *Jos proteiiniomavaraisuutta tarkastellaan osana tulevaisuuden ruokavarmuutta, olisi ehkä tarkoituksenmukaisempaan puhua rehu- kuin ruokaturvasta.* Kehittyvissä talouksissa, kuten Kiinassa, jossa tuotason nousun ennustetaan lisäävän lihankulutusta, on keskustelu kääntymässä ruokaturvasta rehurvaan (Mathijs 2015; Sans 2015).

1.2.2 15:85

Suomen valkuaisomavaraisuusongelma on käytännössä eläinvalkuaisen tuotantoon liittyvä täydennysproteiinivaje, joka muodostuu rypsin, rapsin ja soijapavun 140 miljoonaa kiloa alijäämäisestä kauppataseesta. Täydennysproteiinin omavaraisuus on 15 prosenttia (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Kasvituotteissa Suomeen tuotiin vuonna 2013 noin 101 miljoonaa kiloa enemmän raakaproteiinia kun täältä vietiin (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Samaan aikaan Suomesta vietiin eläintuotteina, erityisesti juustona ja maitotuotteina, valkuaista ulkomaille 3,5 miljoonaa kiloa. Jos viljat ja nurmikasvit jätetään laskuista, ovat rypsi ja rapsi valkuaisasteen näkökulmasta merkittävimmät Suomessa viljeltävät proteiinikasvit. Taloudellisesta näkökulmasta rypsi on kuitenkin ensisijaisesti öljykasvi.

Rypsin, perunan ja muiden kasvien osuus kotimaisesta proteiinin tuotannosta on yhteensä vajaat 5 prosenttia. Jos mukaan lasketaan Suomeen tuotava kasviproteiini, on soijan osuus 5 prosenttia ja rypsin ja rapsin osuus 10 prosenttia Suomessa käytössä olevasta proteiinista (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Vallitsevassa järjestelmässä ongelma on käytännössä ensinnäkin se, miten korvaamme tuontisoijarehun kotimaisilla proteiinilähteillä vaalean lihan tuotannossa. Toiseksi ongelmana on, miten rypsin ja rapsin kotimaista viljelyä voidaan lisätä maidontuotannon valkuaisrehuomavaraisuuden parantamiseksi.

Proteiinikysymys on tärkeä teema paitsi Suomen tasolla myös EU:ssa ja maailmanlaajuisesti. Soija on maailman eniten viljelty valkuaiskasvi. Yhdysvallat on suurin soijan tuottajamaa, mutta sen johtosema on heikentynyt erityisesti Brasilian ja Argentiinan lisättyä merkittävästi tuotantoaan. Muita tärkeitä soijan tuottajia ovat Kiina, Intia ja Kanada. Etelä-Amerikan ote soijan tuotannossa vahvistune

tulevaisuudessa entisestään (Peltonen-Sainio 2013). Väestönkasvun sekä lihan kulutuksen kasvun vuoksi valkuaisradon lisääminen on tärkeää. Eurooppa tuottaa tällä hetkellä vain kaksi prosenttia käyttämästään soijasta. Kaiken kaikkiaan proteiiniomavaraisuus on Euroopassa keskimäärin 30 prosenttia (Peltonen-Sainio & Niemi 2012). Myös Suomessa täydennysproteiinin omavaraisuus on heikko, noin 15 prosenttia, mistä syystä omavaraisuusasteen noston tavoittelu ja huoltovarmuus ovat saaneet yhä enemmän huomiota.

Eläinperäiset tuotteet ovat tärkein proteiini­lähde EU-kansalaisille. Päivittäisestä proteiinitarpeesta keskimäärin 59 prosenttia saadaan eläintuotteista, kuten lihasta, kalasta ja maidosta. Kasvip­eräiset tuotteet muodostavat päivittäisestä proteiinitarpeesta 41 prosenttia, mistä yli puolet tulee vehn­ästä. Palkokasvit, soija mukaan lukien, muodostavat 3 prosenttia päivittäisestä kuluttajan proteiini­saannista (EIP-AGRI Focus Group 2014).

Proteiinikysymys on noussut EU:ssa tärkeäksi teemaksi, sillä maailman väkiluvun arvellaan nousevan 9-10 miljardiin samalla kun ihmisten tulot nousevat. Tämän myötä myös eläinperäisten tuotteiden kulutus tulee kasvamaan. EU on riippuvainen proteiini­riikkaan eläinrehun tuonnista, josta suurin osa on soijapapua. Tähän kytkeytyy myös kestävyys­näkökulma, sillä kasvavaan soijan kysyntään vastataan metsä- ja savannimaan menetyksen kustannuksella (EIP-AGRI Focus Group 2014; WWF 2014).

Taulukko 1 osoittaa, että EU on lähes seitsemänkymmentäprosenttisesti riippuvainen proteiini­riikkaan rehun tuonnista, ja soijapavun osalta tuonnin osuus on jopa yli 97 prosenttia. Kun otetaan huomioon soijan korkea valkuaispitoisuus, on tämä tuontiriippuvuus selkeä riski kasvivalkuaisen kasvavan kysynnän, soijan tuotannon kyseenalaisten kestävyysvaikutusten sekä hinnan heilahteluista johtuvan haavoittuvuuden vuoksi.

Taulukko 1. Valkuaisrehun tuotanto ja kulutus EU:ssa vuonna 2012 (EIP-AGRI Focus Group 2014).

	EU tuotanto (Mt)		EU kulutus (Mt)	
	Tuotteet	Proteiinit	Tuotteet	Proteiinit
Soijapapu	1.189	452	34.134	15.904
Rapsi ja auringonkukan siemen	27.481	5.213	19.721	6.329
Palkokasvit	3.045	670	2.800	616
Kuivarehu	4.056	771	3.900	741
Muut sekalaiset	2.877	654	5.859	1.260
Kalajauho	398	275	599	433
Yhteensä	39.046	8.035	67.013	25.283

EU:ssa soijarehusta 29 prosenttia käytetään sianlihan tuotantoon, 22 prosenttia kananmunien tuotantoon ja 37 prosenttia broilerintuotantoon. Soijarehun käytön määrä on selvästi alhaisempi lypsykarjatuotannossa (10 %) sekä lihakarjan tuotannossa (14 %). Yksimahaiset ovat siis selvästi riippuvaisempia soijaproteiinista kuin märehtijät. Pääsyy EU:n riippuvaisuuteen proteiinikasvien tuonnista johtuu siitä, että eurooppalaiset sadot eivät ole kilpailukykyisiä. Kilpailukykykuilu on proteiinisadon osalta suuri, minkä vuoksi vastaisuudessa tarvittaisiin paljon investointeja satotasojen kasvuun.

Proteiini on myös globaalisti katsottuna tulevaisuuden haaste. On arvioitu, että kehittyvissä talouksissa eläinproteiinin kysyntä tulee kasvamaan hyvin nopeasti kaupungistumisen ja kasvavien tuojen myötä. On arvioitu, että globaalisti lihan kulutus tulee kaksinkertaistumaan vuoteen 2050 mennessä. Lihankulutuksen kasvu keskittyy pääosin muihin kuin OECD-maihin. Sen sijaan OECD-maissa lihankulutuksen kasvu on vaatimatonta (OECD-FAO 2011).

1.2.3 30:70 ja 80:20

Finravinto 2012 -tutkimuksen mukaan suomalaiset saavat ravinnostaan tarpeeksi, jopa liikaa, proteiinia. Valtaosa saamastamme proteiinista eli noin 70 prosenttia tulee eläinvalkuaisesta (Helldán ym. 2013). Jos tarkastellaan kulutuksen proteiiniprofiilia, huomataan, että hieman ikäryhmästä ja sukupuolesta riippuen yli 80 ja jopa lähes 90 prosenttia syödystä proteiinista tulee vain neljästä lähteestä, jotka ovat lihatuotteet, viljatuotteet, maitotuotteet ja kala. Kasviperäisen proteiinin tärkein lähde on viljavalmisteet (23–24 % kokonaissaannista) muiden kasviproteiinien jäädessä muutama prosenttiin (Helldán ym. 2013).

Kulutuksen näkökulmasta nykyisellään suomalaisen keskivertoruokailijan proteiinin saantiprofiili tarjoaa valtavan potentiaalin kasviproteiinin hyödyntämisen lisäämiselle. Mikä siis estää tätä kehitystä? Muutokselle on olemassa bioteknisiä haasteita, kuten uusien proteiinikasvien soveltuvuus viljelyyn Suomessa. Toisaalta proteiinia on käytännössä kaikissa kasveissa. Vaikka valkuaisainepitoisuudet ja aminohappokoostumukset tai muut ihmisravinnoksi kelpaamiseen vaikuttavat tekijät lähtökohtaisesti vaihtelevat, voidaan kaikkia kasviproteiinin lähteitä ainakin periaatteessa kehittää samalla intensiteetillä. Kuluttajan suuhun päätyminen näkökulmasta kasviproteiinin osuuden lisääminen on ehkä ennemminkin tuotteistamiseen, jakelukanavien valintaan ja markkinointiin liittyvä ongelma kuin tarjolla olevan kasvilajikirjon köyhyys. Saattaa olla, että härkäpapupalon kotimaisuus kaupan vihannesosastolla on syy sen oston. On ehkä kuitenkin syytä kysyä, riittääkö kotimaisen saatavuuden lisääminen, vai pitääkö ruuankulutuksen ja sitä ohjaavien tekijöiden kuten reseptiikan muuttua samaan aikaan?

Edellä esitetyt suhdeluvut kertovat valkuaisomavaraisuusongelman systemisestä luonteesta. Biologis-tekniset rajoitteet luovat puitteet taloudellisille ja poliittisille keinoille. Jos soija esimerkiksi kasvaisi kannattavasti Suomessa, emme todennäköisesti käyttäisi yhtä paljon tarmoa sen miettimiseen, miten se voitaisiin korvata eläinvalkuaisen tuotannossa muilla kotimaisilla valkuaisrehulähteillä. Ehkä pohtisimme sitä, miten soijanviljely olisi entistä kestävämmällä pohjalla.

Kuluttajat voisivat jo nyt syödä enemmän kasvipäristä proteiinia niin halutessaan. Jos kuluttajat tulevaisuudessa haluavat hyödyntää ruokavaliiossaan merkittävästi enemmän kasvipäristä proteiinia esimerkiksi eettisistä, ekologisista tai terveyteen liittyvistä syistä, tämä parantaa uusien kasvipäristen proteiinilähteiden ja tuotteiden kannattavuutta. Tämä tietysti edellyttää yhteisevoluutiota, missä uudet vaihtoehdot osataan tuotteistaa ja markkinoida suihin, mielikuviin ja kuluttajien arkeen sopiviksi. Hyvänä esimerkki tuotteistamisesta on nyhtökaura, joka vastaa kasvis-, kaura- ja proteiinibuumin luomaan kysyntään ja omaa lihansyöjällekin kelpaavan olemuksen jauhelihan korvaajana tai täydentäjänä.

Eläinvalkuaisen käytön vähentymisestä ei välttämättä seuraa, että Suomessa viljeltäisiin tulevaisuudessa merkittävästi useampaa proteiinikasvia, joita kuluttajat söisivät prosessoimattomina. Muutos voi tapahtua nyhtökauran tapaan kasviproteiinijalosteiden kautta, minkä mahdollistaa esimerkiksi erotusteknologian kehitys synteettisen, intentionaalisen biologian tarjoamista tulevaisuusnäkemystistä, kuten keinolihasta tai ruokatulostimista puhumattakaan.

Uusien proteiini-innovaatioiden pitää samaan aikaan vastata nykyisiin puitetekijöihin ja osallistua tulevaisuuden mahdollisuuksiin. Vanhojen, jo olemassa olevien ratkaisujen tehostaminen on usein turvallisempaa, koska uusi ratkaisu ei kilpaile vain vanhojen tai toisten uusien ratkaisujen vaan koko sosio-tekniikan järjestelmän kanssa. Tämä institutionalisoitunut järjestelmä on kehittynyt yhdessä olemassa olevien ratkaisujen kanssa. *Esimerkkejä systeemiä rajoittavista tekijöistä ovat maku- ja kulutustottumukset, olemassa olevat markkinointi- ja jakelukanavat, ruokaan liittyvä reseptiikka, rehuun liittyvät tuotavuudesta käsin optimoidut syöttösuositukset, kaupankäymisen tapa, kuten valkuaisrehun raaka-ainepörssi ja futuurikauppa, tuotantokapasiteetti ja sen pääomaintensiteetti, teollis-taloudelliset synergiat, kuten rypsi (ruokaöljy-rehuvalkuainen), peruna (paperinvalmistus ja tärkkelys-rehuvalkuainen-lannoite) tai palkokasvit (valkuainen-typykiekko-maanparannus ja kilpailevat käyttökohteet) - ja niin edelleen. Koska uudet ratkaisut eivät kilpaile aluksi kokonaissuorituskyvyllä, innovaatiot lähtevät usein liikkeelle niche -marginaaleista (Christensen 1997).*

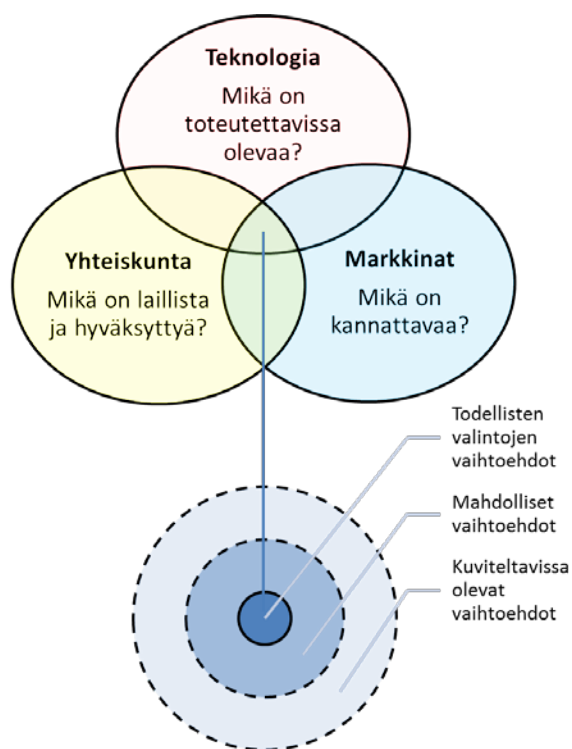
1.3 Millainen asiointi tulevaisuuksissa vallitsee ja miksi?

Tulevaisuuden vaihtoehtoisuuden hahmottamisen ja samalla ennakoinnin yksi lähtökohta on löytää viitekehys, jossa voidaan muodostaa mielekkäitä kysymyksiä. Tulevaisuuden mahdollisuuksia ja mahdollisia muutoksia voidaan tarkastella mieltämällä muutos teknologian, markkinoiden ja yhteiskunnan ehdollistamaksi systeemiseksi hyväksynnän prosessiksi (kuvio 2). Ajastus pohjautuu niin sanottuun Kruppin kaavioon, jolla on alun perin havainnollistettu innovaatioiden läpimenoa (Meristö 2013). Ajatuksen mukaan tullakseen innovaatioksi keksinnön on saatava markkinoiden, teknologian ja yhteiskunnan hyväksyntä, eli sen on oltava:

- Teknologisesti toteutettavissa
- Taloudellisesti kannattava
- Yhteiskunnallisesti hyväksyttävä

Jos innovaatiolla ei ole teknologian hyväksyntää, se on vanhanaikainen. Markkinoiden hyväksynnän puute tarkoittaa, että se on liian kallis. Yhteiskunnan hyväksynnän puute merkitsee suoranaista laittomuutta tai laajemmin ajatellen alhaista sosiaalista, kulttuurillista, poliittista ja arvoihin pohjautuvaa hyväksyntää. Mallin perusajatus on, että *jokaista vallitsevaa ratkaisua vastaa tietty sosio-ekonomis-teknologisen systeemin tila, joka mahdollistaa ratkaisun olemassaolon*. Mallia voidaan hyödyntää analogisesti myös tulevaisuuden vaihtoehtojen hahmottamisessa kysymällä (Ahvenainen 2014):

- Mikä on periaatteessa mahdollista eli mikä on kuviteltavissa olevaa?
- Mikä on kannattavaa tai haluttavaa eli mikä on periaatteessa toteutettavissa olevaa?
- Mikä on hyväksyttävää tai laillista eli mitkä käytännössä ovat todelliset vaihtoehdot?



Kuvio 2. Kehityksen hyväksyntä (Meristö 2013).

Jos tulevaisuutta yritetään ennakoida edellä kuvatulla hyväksyntämallilla, on syytä muistaa, että *näkökulmien aikajänteet ovat erilaiset*. Kärjistäen ilmaistuna markkinoiden kvartaali on lyhyempi kuin yhteiskunnan vaalikausi, ja vaalikausi on puolestaan lyhyempi kuin teknologian matka keksinnöstä tai tieteellisestä löydöksestä innovaatioksi ja vaikkapa sitä seuraavaksi sosio-tekniiseksi muutokseksi (Pattokorpi 2009).

On myös huomioitava, että vaikka uudella ratkaisulla ei olisi hyväksyntää juuri tällä hetkellä, se ei tarkoita, etteikö siitä voisi tulla vallitseva ratkaisu olosuhteiden muuttumisen myötä. Tämä tarkoittaa sitä, että eri ratkaisujen käypä alue vaihtelee eri skenaarioissa. Toimijat voivat itse myös edesauttaa hyväksyntää ajamalla olosuhteita ratkaisujen hyväksymiselle suotuisiksi. Esimerkiksi hyönteiset mahdollisuutena proteiiniomavaraisuuteen on tällä hetkellä Suomessa käytännössä laitton ratkaisu. Seuraavissa kappaleissa 1.4 ja 1.5 tarkastellaan systeemistä muutosta vielä tarkemmin MLP-mallin tai viitekehityksen avulla (Multi Level Perspective). Malli on kehitetty systeemisen muutoksen tilasta toiseen kuvaamiseen erityisesti muutoksen edistämisen näkökulmasta (Köhler 2012; Geels 2010).

1.4 Sosio-tekniinen muutos tilasta toiseen

Historioitsija Yuval Noah Hararin mukaan viljelyvallankumouksen näkeminen ihmiskunnan edistyksen ja hyvinvoinnin tielle ohjanneena tapahtumana perustuu siihen virhetulkintaan, että arvioimme kehitystä nykyisellään valitsevan yltykkylläisyyden valossa. Yksikään aikalainen tuskin kuitenkaan on miettinyt valintojensa vaikuttimia vuosisatojen tai tuhansien päähän ulottuvina hyötyinä tuleville sukupolville. Suunnitelma oli pikemminkin sellainen, että jos teemme tämän, kuten istutamme siemenet muokattuun maahan, elämästämme tulee parempaa, vaikka se vaatisi enemmän työtä tai kuluttaisi enemmän resursseja. Jokaiseen yksittäiseen parannukseen tähtäävän päätöksen seuralaisena oli kuitenkin aito tietämättömyys ja epävarmuus tuohon kyseiseen päätökseen liittyvän valinnan kaikista seurauksista (Harari 2016). *Kestävän kehityksen viitekehystä voidaan pitää ensimmäisenä ihmiskunnan tietoisena pyrkimyksenä ottaa huomioon tulevaisuus pitkällä tähtäimellä.* Tämä tapahtuu yrittämällä yhdistää ja tasapainottaa päätöksentekoa, päämäärien asettamista ja toimintaa ohjaavat erilaiset näkökulmat, periaatteet ja kriteerit ennakoivaksi kokonaisuudeksi. Käytännössä kestävä kehitys toteutuu tällä hetkellä yhteiskunnan normatiivisena orientaationa (Köhler 2012).

Systeemisen kehikon avaamiseksi tarkastellaan ensin esimerkinomaisesti muutamaa ruokajärjestelmän asiantilaa. Soijan viljelyyn ja käyttöön liittyviä ongelmia ruuantuotannossa on perusteltu milloin viljelyn sosiaalisella epäeettisyydellä tai ekologisella kestämyttömyydellä ja milloin hinnan heilahteluilla, joita taas on selitetty toisinaan sääoloilla ja toisinaan maissin ja soijan kilpailulla viljelyalasta. Maissin viljely esimerkiksi lisääntyi USA:ssa vuosina 2008–2009, koska etanolin valmistuksen verotuet nostivat sen kysyntää (Kauppa-lehti 2015a). Suomalaisten norjalaisen lohen syöntiä samoin kun kalan korkeaa hintaa on puolestaan selitetty sillä, että 2000-luvun alussa norjalainen verotuettu lohi valtasi Suomen kalamarkkinat, jonka jälkeen hintaa voitiin markkinatalouden sääntöjen mukaisesti nostaa (Tieto & trendit 2014). Hämeen ammattikorkeakoulussa tehdyn pienimuotoisen haastattelututkimuksen mukaan tekijät, jotka vaikuttivat maanviljelijöillä härkäpavun viljelyn aloittamiseen, olivat muun muassa (Lehtinen 2014):

1. Motiivi: Halu monipuolistaa viljelyä.
2. Motiivi: Sattuman tarjoaman mahdollisuuden yhdistyminen haluun kokeilla.
3. Motiivi: Tarve viljan välikasveille.
4. Motiivi: EU-tukipolitiikan muutos, joka paransi taloudellista houkuttelevuutta.
5. Motiivi: Typpiomavaraisuuden parantaminen, maanparannus ja odotukset lannoituskulujen alentumisesta.
6. Motiivi: Maaperän ja olemassa olevan infrastruktuurin sopivuus kokeilemiseen eli niukkaresurssisuus.
7. Motiivi: Sopiminen viljelijän arkeen, kuten kevätkiireiden aikaistuminen.
8. Motiivi: Kotoperäinen valkuaisrehun arvo, eli tiedetään mistä rehu on kotoisin, ja biologisen riskin vähentäminen.

9. Motiivi: Rehukustannusten ja ostovalkuaisriippuvuuden vähentäminen (jos kyseessä on pelkkä kasvitila, on sadolle oltava markkinat tiedossa)
10. Antimotiivi: Tiedon ja kokemuksen puute.
11. Antimotiivi: Ristiriitainen tieto, kuten esimerkiksi kokemuksen ja teoreettisen tiedon välinen ero liittyen puinnin helppouteen.

Kaikki edellä mainitut ovat tavallaan esimerkkejä *systemisestä muutoksesta*, missä useat eri tekijät ovat yhdessä vaikuttamassa siihen, mitä lopulta tapahtuu tai jää tapahtumatta. Systemitutkimus ja systeminen lähestymistapa on viime vuosina tullut erityisen kiinnostuksen kohteeksi. Syitä tähän on monia, joista vähäisin ei liene se, että on olemassa odotusarvo systemien taipumukselle kehittyä yhä kompleksisemmiksi. 'Monimutkaisuus' ja 'kompleksisuus' -sanoja käytetään arkikielessä usein toistensa synonyymeinä, mutta kompleksisuudella ei viitata välttämättä suoranaisesti järjestelmän monimutkaisuuteen vaan ehkä ennemminkin sanan latinan kielen alkuperäisen merkityksen mukaisesti järjestelmän 'yhteenkudonnaisuudesta' luonteesta johtuviin taipumuksiin kuten osien vuorovaikutuksesta ja keskinäisriippuvuudesta aiheutuvaan ominaisuuksien määräytymiseen. *Kompleksisuuden kasvun seurauksena mahdollisuus ymmärtää, hallita tai ennakoida systeemiä muutoksia vaikeutuu*. Syiksi kompleksisuuden kasvulle on esitetty muun muassa systemien osien yhteisevoluutiosta aiheutunutta monimuotoisuuden kasvua, erikoistumisesta aiheutunutta, vuorovaikutusta lisäävää rakenteen syvenemistä sekä järjestelmän ulkopuolelta tulevien ratkaisujen, kuten tieteellisen tiedon, omaksumista ja hyödyntämistä uusiin päämääriin (Arthur 1994).

Ymmärrystä muutoksesta tarvitaan ennustamisessa ja ennakoimisessa. Jälkimmäisellä tarkoitetaan ei vain ennusteiden laatimista siitä, mitä mahtaa tapahtua, vaan myös muutosten aikaansaamista ja kehityksen ohjaamista haluttuun suuntaan. On huomioitava, että se, minkä näemme tietyllä aikavälillä mahdollisena, todennäköisenä tai haluttavana, on usein riippuvainen siitä, onko valittu otteemme tulevaisuuteen sen tekemiseen osaaottava vai vain mahdollisia kehityspolkuja ulkopuolelta tarkkaillen ennustava. Erään näkemyksen mukaan, jonka on esittänyt muun muassa strategisen johtamisen isänä pidetty Igor Ansoff, proaktiivisuuden lisääntyminen vähentää kehityksen ennakoitavuutta lisäämällä turbulenssia. Toisin sanoen mitä enemmän ennakoimme, sitä vaikeampaa ennakointi on. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että muutokseen pyrkivä, proaktiivinen yritys synnyttää turbulenssia erityisesti hitaamman kilpailijan näkökulmasta katsottuna. Se, mikä toiselle on tarkoituksellista tekemistä, tulee toiselle yllätyksenä.

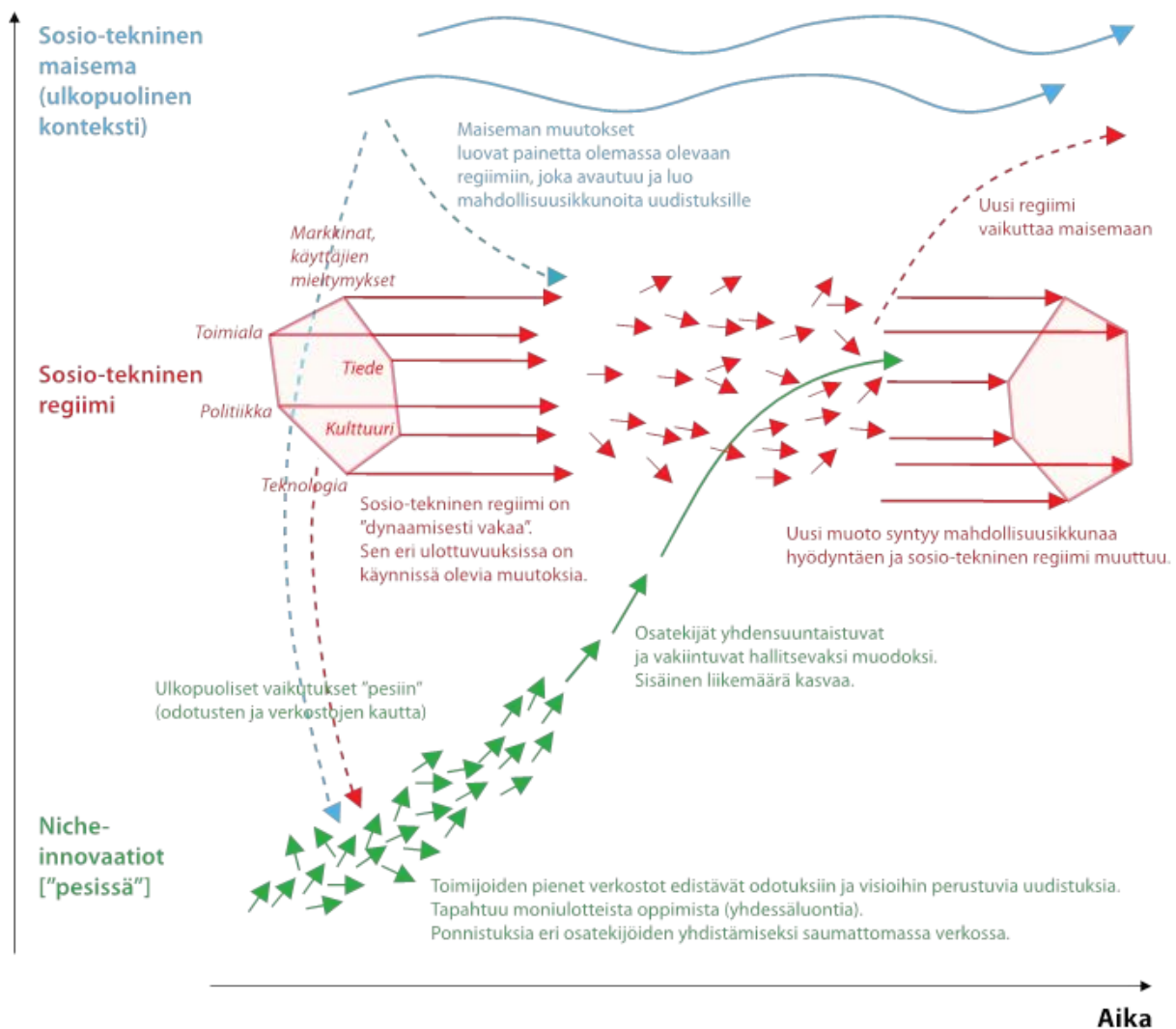
Systemiseen ajatteluun liittyy oletus, jonka mukaan yksittäisiä ilmiöitä, systeemin itsenäisiltä vaikuttavista osista eli osakokonaisuuksista ja niiden ominaisuuksista ei voida ymmärtää ympäristönsä ulkopuolella vaan niitä on *tarkasteltava yhteisevoluution ja keskinäisriippuvuuden kautta*. Yhteisevoluutio on ehkä systemisen muutoksen ymmärtämisen keskeisin käsite (Köhler 2012; Geels 2011; Valovirta 2011).

MLP-mallin käsitteellisessä keskiössä on sosio-tekniikka toimintamalli eli regiimi. Regiimin olemassaolo perustuu ajatukseen, jonka mukaan jos oletamme systemissä olevan vuorovaikutusta, joka

ilmenee inhimillisenä toimintana kuten markkinoina, politiikkana, kulttuurina ja tieteenä, on sen perustan oltava luonteeltaan sosiaalinen. Esimerkiksi kestävyuden sisältöä ei suoranaisesti määritellä vaan se määräytyy sosiaalisesti. Sosiaalinen vuorovaikutus on tietyllä hetkellä myös teknologisesti määräytyvää eli perustaltaan sosiaalinen järjestelmä on vallitsevalla hetkellä teknologisesti rajoitettu. *Vallitseva regiimi – sisältäen markkinat ja käyttäjien mieltymykset, tieteen, kulttuurin, teknologian, politiikan ja toimialan – on siis järjestelmän yhteisvaikutuksellinen lukkiuma, joka ottaa sisään tai sulkee ulos uusia ratkaisuja.*

Regiimin ulkopuolella on sosio-tekniinen toimintaympäristö eli maisemataso sekä muita regiimejä, missä muutokset kohdistavat muutospaineen vallitsevaan toimintamalliin ja avaavat mahdollisuuksia niche -tason innovaatioille. Systeminen siirtymä, transiitio on siis yhteisevoluution uudelleen ohjautumista ja uudelleevalintaa (Köhler 2012).

Toimintojen jäsentyneisyys kasvaa paikallisissa käytänteissä



Kuvio 3. MLP-malli systeemisten transiitioiden kuvaamiseen (mukai l l en Geels & Schot 2007).

MLP-malli on idealisoiva, karkeistettu kuvaus, jolla systeemisiä muutoksia voidaan havainnollistaa toimijuuden ja rakenteiden kautta. Malli auttaa muodostamaan kysymyksiä siitä, miksi periaatteessa hyvät ratkaisut eivät käytännössä tapahdu tai mitä täytyy tapahtua, jotta esimerkiksi jokin uusi ratkaisu pääsee markkinoille. *Se, mitä muutostekijöitä ja ilmiöitä asetamme kullekin tasolle, antaa tietoa siitä, miten kategorisesti jäsenämme kyseistä ilmiötä.* Esimerkiksi ilmastonmuutoksen asettaminen toimintaympäristöön (landscape) herättää kysymyksen siitä, mielletäänkö ilmastonmuutos tosiasiallisena ihmislähtöisenä luonnonilmiönä vai refleksiivisenä ennusteena, joka vaikuttaa omaan tapahtumiseensa esimerkiksi pyrkimyksenä hiilineutraalisuuteen tullessaan toimijoiden tietoisuuteen. Seuraavaksi kappaleessa 1.5 tarkastellaan esimerkinomaisesti regiimin vaiheittaista muutosprosessia ja yleisellä tasolla siihen liittyviä tekijöitä proteiiniomavaraisuuden kehityksen näkökulmasta.

1.5 Toimintamallin muutoksen vaiheittainen eteneminen

MLP-mallissa ymmärrys sosioteknisen järjestelmän muutosdynamiiikasta pohjaa käsitykseen yhteiskunnan toiminnallisesta ja rakenteellisesta muutoksesta sen omaksuessa uutta teknologiaa, joka muuttaa markkinoita ja kulutustapoja. Karkeimmillaan kehityskulussa voidaan erottaa kolme vaihetta.

1.5.1 Kuvitteellinen alkutilanne

Alkutilanteessa regiimi muodostuu politiikan tukemasta toimialasta. Säätely on sopeutunut olemassa olevaan teknologiaan ja laajoihin markkinoihin (Köhler 2012). Alkutilanteessa regiimi on usein torjuva suhteessa toimintaympäristön muutoksiin. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että vallitseva toimintamalli käsittää vahvoja institutionalisoituneita toimijoita, joilla voi olla kansallisesti merkittävä rooli työllistäjinä ja taloudellisen aktiviteetin luojina. Vallitsevassa regiimissä poliittinen toimijuus ja valtasuhteet saattavat myötäillä vallitsevaa taloudellista rakennetta. Tästä näkökulmasta esimerkiksi maatalouspolitiikan erottaminen elinkeino-, alue- ja kauppapolitiikasta poliittisen kentän itsenäiseksi osaksi voi olla systeemisestä näkökulmasta vain hallintoterminologista laatikkoleikkiä.

Poliittisesta näkökulmasta proteiinituotanto, kuten maataloustuotanto ylipäättään, nojaa kuitenkin paljolti EU-tasolla tehtävään maatalouspolitiikkaan, joka antaa suuntaviivat paitsi taloudellisesti kannattavalle tuotannolle myös sosiaalisten ja ympäristövaikutusten huomioimiselle. Poliittikanäkökulma korostuu erityisesti Suomessa, missä tuotanto-olosuhteet ovat suhteellisen karut ja tuotantorakenne muutamaan viljakasviin ja laidunnukseen painottuva (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2012).

Proteiinikysymyksen taloudelliset näkymät nojaavat puolestaan kahteen keskeiseen teemaan: raaka-aineiden saatavuuteen ja näistä jalostettaviin tuoteinnovaatioihin sekä näiden markkinointiin ja tätä kautta tuotteiden hyväksyttävyyteen kuluttajien keskuudessa. Tuotannon taloudellinen kannattavuus on siten suhteessa tuotantokustannuksiin ja valmiiden tuotteiden tuottamaan lisäarvoon niin myyjälle kuin kuluttajallekin.

Markkinavetoisesti ajateltuna kaikki, mikä kuluttajapäässä on hyväksyttyä, on tuottamisen arvoista poliittis-bioteknisissä puitteissa, mutta tuotantoa säätelevät näiden lisäksi myös esimerkiksi maatalouteen liittyvät perinteet ja sosiaaliset verkostot. Vakiintuneet toimintakäytänteet eivät aina ole monestakaan näkökulmasta mielekkäitä vaan enemmän lukkiutuneita ja rutinoituneita toimintatapoja, jotka tulisi purkaa, jotta toimintaa voidaan ajatella paremmin puhtaalta pöydältä.

1.5.2 Uuden sosio-tekni­sen järjestelmän kasvu

Ulko­inen muutos­paine häiritsee regiimiä. Tämä avaa ikkunan uusille tuotteille ja markkinoille sekä luomotiivin erilaisille kokeiluille. Koska olemassa olevat keinot eivät ratkaise muutos­paineen luomia ongelmia, regiimi alkaa heiketä. Niche-vaihtoehdot alkavat tällöin kilpailla regiimin kanssa ja syntyy taisto tulevaisuuden toimintamallin vaihtoehdoista ratkaisuista. Kasvun alkuvaiheessa (ns. demonstraatio­vaiheessa) uudet vaihtoehdot merkkautuvat menestyksen mahdollisuudella, ja kasvavat tuotto­odotukset suuntaavat pääomia uusien ratkaisujen kehittämiseen.

Muun muassa tietoisuus ilmastonmuutoksesta ja kehityksen kestävydestä, luonnonvarojen köyhtyminen sekä talous- ja väestönkasvun synnyttämä paine luonnonvarojen kulutuksen kasvuun ovat synnyttäneet pitkän aikavälin poliittisia muutoksia. Nämä näkyvät käytännössä erilaisina toimintaa ohjaavina periaatteina ja tavoitteina kuten vaikkapa viherryttäminen eräänä Euroopan Unionin maatalouspolitiikan 2015–2020 uutena tukienjakoperusteena (Niemi 2014). Kaiken kaikkiaan toimintaympäristön muutokset ovat korostaneet ympäristöperusteisia näkökulmia, jotka on yhdistetty kehityksen markkinavetoisuuden merkityksen korostamiseen. Onkin nähtävissä, että kestävyyspoliittinen kehys on tulossa jäädäkseen, ja se nähdään itse asiassa keskeisenä ulospääsynä nykyisen tukipolitiikan ongelmista. Näin ollen myös kysymykset omavaraisuudesta sekä vientiteollisuudesta kytkeytyvät samoihin kehityskulkuihin (Niemi ym. 2013). Oma lukunsa on kulutuskysymyksiin kytkeytyvä terveyspolitiikka, joka muun muassa ravitsemissuosituksien kautta on vähitellen painottunut kohti kasvisperäisten proteiinilähteiden suosimista (VRN 2014).

Tarkasteltaessa tulevaisuuden bioteknistä toimintaympäristöä Suomessa keskeisenä tekijänä näyttäytyy ilmastonmuutos, jonka muun muassa arvioidaan siirtävän useiden kasvien viljelyn pohjoisrajoja (kts. tarkemmin luku 2. "Valkuaistuotannon lisääminen nykyisistä lähteistä"). Tästä huolimatta on esitetty, että globaalisti paljon viljeltyjen kasvien kuten maissin ja soijan tuotanto ei Suomen oloissa tule tulevaisuudessakaan olemaan riittävän kilpailukykyistä, minkä vuoksi olisi mielekästä suosia muun muassa kotoperäisiä kasvivalintoja ja etsiä uusia, paikallisia ratkaisuja (Peltonen-Sainio 2013). Suomen osalta erityiskysymyksenä on lisäksi Itämeren tila, mikä osaltaan kannustaa ja ohjaa kehittämään muun muassa resurssitehokkuutta ja maatalouden suljettuja kiertoja (esim. Katajajuuri & Pulkkinen 2016).

1.5.3 Kysynnän kehittyminen

Muutoksen viimeisessä vaiheessa niche -markkinat kehittyvät. Markkinoilla hyödynnetään uutta teknologiaa, joka tarjoaa parempaa suorituskykyä ja alenevia kustannuksia. Uusi regiimi alkaa asteittain muodostua, kun systeemin osat sopeutuvat muuttuneisiin olosuhteisiin.

Tulevaisuuteen liittyvien arvokysymysten suhteen vallitsee melko vähän ristiriitaisuuksia periaatteista, jolloin ongelmiksi muodostuu perinteisten käytäntöjen ja rutiinien rikkominen, ruokakulttuurin murroksen hyväksyminen, keinojen vaikuttavuuden arviointi sekä riskien vastuunjakokysymykset. Tuotantoeläinten hyvinvoinnista huolehtiminen voidaan nähdä yhtenä nousevana arvokysymyksenä, jonka olemassaolosta ja merkittävydestä on periaatteellisella tasolla melko vahva yhteysymmärrys ruokasysteemissä, mutta joka ei kaikkialla välttämättä nouse vahvasti esiin jos systeemiä tarkastellaan puhtaasti pelkästään bio-tekniikan proteiinituotantokysymyksenä (Pirscher 2016).

Poliittisesti tarkasteltuna on mielenkiintoista huomata, kuinka jalostuksen ja kaupan toimintaympäristö on selvästi markkinavetoinen, ja kestävyyskysymysten politisoituminen näin ollen uusi laadullinen mahdollisuus taloudellisen lisäarvon tuottamiseen. Toisaalta vaikka monipuolinen markkinatarjonta toteutuisikin, poliittisen keskustelu saattaa ulkoistua liiaksi kuluttaja-kansalaisen päätöksentekoon, mikä ei välttämättä sellaisenaan takaa kestävyystavoitteiden toteutumista (kts. myös luku 4. "Valkuaistuotteiden kulutus").

2. VALKUAISTUOTANNON LISÄÄMINEN NYKYISISTÄ LÄHTEISTÄ

Proteiiniomavaraisuudella viitataan yleensä niin sanotun täydennysproteiinin tuotannon ja käytön väliin suhteeseen, jolloin tarkastellaan proteiinin tuonnin tarvetta eläinten ravinnoksi perusrehujen lisänä. Märehtijöillä perusrehuja ovat nurmirehu, viljat ja viljaa korvaavat sivujakeet kuten leseet. Yksimahaisilla tuotantoeläimillä perusrehuja ovat viljat ja viljaa korvaavat sivujakeet. *Suomen proteiiniomavaraisuus on täydennysproteiinin osalta heikko, sillä valtaosa kasvipäisestä täydennysproteiinista tuodaan muualta.* Lähes puolet Suomessa tuotetusta kasvipäisestä proteiinista saadaan viljoista, joista tärkeimpiä proteiinin lähteitä ovat ohra ja kaura. Nurmikasvien osuus kotimaisen kasvipäisen proteiinin tuotannosta on noin 46 prosenttia. Rypsin, perunan ja muiden kasvien osuus kotimaisesta proteiinin tuotannosta on yhteensä vajaat viisi prosenttia. Eläinperäisen proteiinin tuotannossa maitotuotteiden osuus on 43 prosenttia ja lihojen osuus on 39 prosenttia tuotetusta proteiinista. Kalan osuus on noin 13 prosenttia ja munien 5 prosenttia (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Kotimaisen valkuaisen saatavuus on heikko, joten olisi tärkeää vahvistaa sen tarjontaa. *Kotimaisen valkuaisen tarjontaa vahvistaa, jos sitä pystytään tuottamaan tuet huomioon ottaen vähintään yhtä kannattavasti kuin vaihtoehtoisia kasveja.* Valkuaiskasvien viljelyn taloudellinen mielekkyys riippuu yksikkötuotantokustannuksista, tuottajahinnasta ja viljelyn riskeistä, mutta myös maataloustukien suuruudesta. Lyhyellä aikavälillä kasvin tuottama katetuotto on viljeltävän kasvin keskeinen valintaperuste. Öljy- ja valkuaiskasvien hehtaarisato on ollut viljoja alempi, mutta niiden hinnat tonnia kohti ovat olleet noin kaksinkertaiset viljaan verrattuna. Eri kasvien hintasuhteet ovat kuitenkin vaihdelleet vuosien välillä. Härkäpapu ja rypsi olivat vuoden 2011 hintatasolla melko kilpailukykyisiä, mikäli satotaso oli kohtalainen. Nykysadoilla herneen viljelyssä on haasteellista saada viljaa suurempi katetuotto (Peltonen-Sainio 2013).

Myös elintarviketeollisuuden sivutuotteita käytetään proteiinin lähteenä eläimille. Kaukovirta-Norjan ym. (2015) mukaan elintarviketeollisuuden sivutuotteita valmistettiin Suomessa rehuksi noin 35 miljoonaa kiloa vuonna 2012. Tästä suurin osa eli 25 miljoonaa kiloa oli leipä- ja makeisteollisuuden sekundatuotteita, noin 3 miljoonaa kiloa hillojen ja marmeladien valmistuksen sivutuotteita sekä noin 3 miljoonaa kiloa meijeriteollisuuden sivutuotteita. Sivutuotteet ovat kuitenkin määrältään melko pieniä, sillä rehuteollisuuden kokonaisvalmistusmäärä vuonna 2013 oli 1.391 miljoonaa kiloa. Hivenen elintarviketeollisuuden sivutuotteita enemmän rehukäyttöä oli olut- ja alkoholiteollisuuden tuotteista valmistetulla rehulla (91 miljoonaa kiloa) sekä sokerinvalmistuksen sivutuotteet (124 miljoonaa kiloa) ja öljykasvien siemenet (157 miljoonaa kiloa; määrät vuoden 2012 lukuja).

Viljelykasvien proteiinisatojen vertailussa (taulukko 2) *satoisimmat proteiinia tuottavat viljelykasvit ovat härkäpapu, peruna, säiliörehu ja herne.* Mahdollisuuksiin korvata viljelykasveja toisillaan vaikuttavat

raakaproteiinipitoisuuden lisäksi kuitenkin myös esimerkiksi erilaiset aminohappokoostumukset ja sadon energiasisältö. Esimerkiksi härkävavun sato on vehnän, ohran ja kauran sadon energiasisällöstä vain noin puolet ja perunasadon energiasisällöstä vain kolmasosa.

Taulukko 2. Viljelykasvien viljelyalat, hehtaarisadot ja arvioitu proteiinisato vuosina 2013–2014 (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Viljelykasvi	Sato 2013			Sato 2014	Proteiinisato kg/ha	
	Ala 1 000 ha	Sato milj. kg	Kg/ha	Kg/ha	2013	2014
Vehnä	227,5	869	3.820	3.850	428	431
Syysvehnä	14,0	42	3.010	3.930	337	440
Kevätvehnä	213,4	827	3.880	3.840	435	430
Ruis	12,3	26	2.090	3.020	240	347
Ohra	494,4	1.904	3.850	3.600	439	410
Kaura	344,3	1.197	3.480	3.480	438	438
Seosvilja	21,3	67	3.130	3.060	291	285
Rypsi	36,3	52	1.440	1.350	314	295
Rapsi	16,4	28	1.720	1.730	376	378
Peruna	22,1	622	28.120	27.930	562	559
Sokerijuurikas	12,0	480	40.190	38.210	508	483
Herne	4,1	11	2.570	2.500	540	525
Härkäpapu	7,2	18	2.480	2.460	640	635
Kuivaheinä	93,1	291	3.120	3.560	376	429
Säilörehu	465,4	6.979	15.000	17.030	581	660

Kaukovirta-Norja ym. (2015) mukaan kotimaisten lähteiden merkitys proteiiniomavaraisuuden nostossa on sekä rypsilä että nurmella ja nurmen uusilla jalosteilla merkittävä vaikutus sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Viljoilla on nykyisin kohtalainen vaikutus proteiiniomavaraisuuden nostossa, ja pidemmällä aikavälillä niiden merkitys voi kohota huomattavasti proteiinipitoisempien viljojen kautta. Tällä hetkellä sivuvirroilla ja herneellä on kohtalainen merkitys ja härkävavulla vain vähäinen merkitys proteiiniomavaraisuuteen, mutta arvion mukaan niiden painoarvo voi nousta huomattavasti vuoteen 2030 mennessä. Erityisesti rapsin asema proteiinin lähteenä on epävarma: sen merkitys on nykyisin vähäinen, mutta lähivuosina tämän arvioidaan kasvavan kohtalaiseksi ja vuoden 2030 jälkeen mahdollisesti jopa huomattavaksi (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

2.1 Biologis-tekninen näkökulma - miten omavaraisuuden kasvu nykylähteitä tehostamalla on mahdollinen?

2.1.1 Palkokasvit

Omavaraisuuden lisäämiseksi proteiinikasvien osalta on tunnistettu proteiinikasvien viljelyn kehittäminen, lisätiedon jakaminen niiden viljelytekniikasta sekä uusien proteiinikasvien kehittäminen ihmisille sopivaan muotoon (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Viljelijöiden tulisi saada lisätietoa proteiinikasveista nykyistä tehokkaammin esimerkiksi neuvonnan ja alan julkaisujen kautta. Härkäpavun, herneen, kauran ja muiden kotimaisten kasviproteiinien käyttöä olisi mahdollista lisätä sekä rehukäytössä että ihmisravintona muun muassa kehittämällä uusia elintarvikekäyttöön suunnattuja lajikkeita (Mattila ym. 2016). Eräs edellytys kotimaisen kasviproteiinin käytölle rehussa on kehittää kilpailukykyisiä prosessointiteknologioita rehuproteiinin tuotannolle, jotta voisimme pärjätä kilpailussa tuontisoijalle lyhyellä aikavälillä (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Herneellä ja härkäpavulla on alituotantokasveina suuri viljelyn lisäämispotentiaali. Panostamalla herneen viljelyriskien hallintaan sen roolia voitaisiin lisätä härkäpapua enemmän. Soijarouheen nykyisestä 70 miljoonasta valkuaiskilosta voitaisiin palkoviljojemme viljelyä laajentamalla korvata noin 40-50 miljoonaa valkuaiskiloa riippuen herneen ja härkäpavun viljelyalojen suhteesta (Peltonen-Sainio 2013). Kasvinjalostuksen osalta härkäpavun jalostuksessa on kiinnitettävä huomiota lajikkeiden lisäämiseen, satoisuuden parantamiseen, varrenlujuuden ja taudinkestävyyden kehittämiseen sekä haitta-aineiden poistoon. On arvioitu, että markkinoilla olisi haitta-aineeton härkäpapu vuoteen 2030 mennessä (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Eläinten ruokinnassa on pääosin käytetty valkuaislähteenä soijaa, rypsiä ja hernettä. Tästä syystä markkinoilla ei ole toistaiseksi kuin muutamia rehukäyttöön soveltuvia härkäpapulajikkeita, eikä niiden käytöstä ruokinnassa ole kirjallista materiaalia, mikä on saattanut vähentää viljelijöiden kiinnostusta härkäpapuruokintaan (Nykänen 2012).

Lehtisen (2014) mukaan haasteena härkäpavun osalta on sen pitkä kasvu-aika, mikä on toisaalta sekä etu että haitta, sillä härkäpapuun liittyvät kevätkiireet alkavat muita kasveja aiemmin ja tuleentamisen viivästyminen pitkittää kasvukautta. Tästä syystä härkäpavulle on valittava sellaiset lohkot, jotka kuivuvat nopeasti kylvökuntoon. Syksyyn on osuttava tarpeeksi poutapäiviä, jotta kasvusto saadaan puitua. Jos kasvusto on kosteaa, puinnista tulee hankalaa. Ongelmia syntyy silloin myös kuivauksen suhteen. Viljelijät kaipaisivat satoisampia ja viljelyvarmempia lajikkeita, jotta suuret vaihtelut eri vuosien sadoissa saataisiin tasoitettua. Rikkakasvien määrä on joillakin lohkoilla lisääntynyt viljelyn myötä. Myös kasvinsuojeluaineiden kanssa on haasteita, sillä härkäpavulla on rajallinen määrä kasvinsuojeluaineita markkinoilla eikä aina ole ollut varmaa tietoa, mitä ainetta saa ja kannattaa käyttää kasvinsuojeluun. Härkäpapu on melko vaatelias kasvi, joka voi kärsiä joko liiallisista sateista tai kuivuudesta, koska se tarvitsee vettä tasaisesti kasvukauden ajan. Positiivisena viljelijät ovat kokeneet, että härkäpavun puinti onnistuu tietyin reunaehdoin myös pakkasella (Lehtinen 2014).

Palkoviljojen tuotannolla on potentiaalia laajeta merkittävästi. Soijarouhetta tuodaan Suomeen noin 180 miljoonaa kiloa vuodessa. Realistisen potentiaalin toteutuessa – ilman hehtaarisatojen nousua – voisimme jo nyt tuottaa palkoviljoja samaiset 180 miljoonaa kiloa ja peräti 400 miljoonaa kiloa vuosisadan puolivälissä. Ilmaston lämpenemisen myötä soijavalkuainen voitaisiin teoriassa korvata täysin. Käytännössä korvautumisen laajuus riippuu näiden kasvien taloudellisesta kilpailukyvyystä peltoviljelyssä sekä käytettävyydestä kotieläinten ruokinnassa. Yksimahaisilla soijan korvattavuus ruokinnassa on kynnyskysymys. Pääpaino viljelyn lisäämisessä tulisikin asettaa herneelle, kunnes kasvinjalostus on tuottanut haitta-aineettomia härkäpapulajikkeita. Kasvien satoisuutta ja satovarmuutta sekä edullisen hyvälaatuisen siemenen saatavuutta tulisi edelleen parantaa. Herneen ja härkäpavun viljelyä rasittaa myös korkea siemenkustannus. Typpilannoituskustannus on kuitenkin viljoja alempi. Siemenkustannuksen ero viljoihin kapenee, jos myös näiden viljelykasvien siemenestä osa on itse tuotettua kuten yleensä viljoja viljeltäessä. Todennäköisesti suhteelliset erot muihin kasveihin nähden pienenisivät myös viljelyn yleisen laajenemisen myötä, koska logistiset kustannukset laskisivat (Peltonen-Sainio 2013).

2.1.2 Öljykasvit

Maa- ja metsätalousministeriön (2010) mukaan rehustuksen valkuaistase on ratkaistava pääosin rypsin ja rapsin viljelyn kautta. Tehokasta viljelykiertoa toteuttamalla rypsiala voitaisiin nostaa jopa yli 200 000 hehtaariin (MMM 2010). *Rypsi ja rapsi soveltuvat erinomaisesti kotieläinten valkuaisen lähteeksi ja soijan korvaajaksi*. Ne ovat viime vuosien tuotantoepävarmuudesta huolimatta potentiaalisin lyhyellä aikavälillä lisättävä valkuaiskasvi. Tuotannon merkittävä kasvu edellyttää kuitenkin satotason nousua (Peltonen-Sainio 2013). Myös Arosen (2012) mukaan rypsi on tärkein kotimainen valkuaisrehukasvimme. Rypsin ja rapsin öljy sopii erinomaisesti elintarvikekäyttöön. Öljyä käytetään myös rehuna ja biodieselin raaka-aineena. Rypsi myös lypsättää paremmin kuin soija. Kasvinjalostuksen tavoitteena onkin kehittää Suomeen satoisia kevättrypsilajikkeita, joissa on korkea öljy- ja valkuaispitoisuus ja jotka soveltuvat erityisesti uusiutuvan dieselin tuotantoon (Aronen 2012). Rypsin kasvinjalostuksella on merkittävä rooli sen viljelyominaisuuksien parantamiseksi. Rikkapitoisuus sadossa alentaa hintaa huomattavasti, minkä vuoksi kasvinsuojeluaineiden tehokkuuteen, helppokäyttöisyyteen ja kustannusrakenteeseen on löydettävä uusia ratkaisuja (MMM 2010).

Peltonen-Sainion (2013) mukaan rypsi ja rapsi sopivat palkoviljoja paremmin korvaamaan tuontisoijan valkuaista, mutta niiden peltoalan kasvattaminen yli 120.000 hehtaarin johtaisi viljelykiertojen tihentymiseen ja kasvintuhoajariskien kasvuun. Kotimainen tuotanto kattaa nykyisellään korkeintaan neljänneksen rypsitarpeesta. Jos rypsialat nousisivat nykyiseen realistiseen potentiaaliinsa, mikä on 120.000 hehtaaria, rypsi Valkuaisen omavaraisuus voisi nousta kolmannekseen. Toisaalta mikäli ilmasto lämpenee ennusteiden mukaan, vuosisadan puolivälissä rypsiomavaraisuutemme olisi 200.000 viljelyhehtaarin myötä jo reilu 60 prosenttia. Omavarainen rypsin tuottaja Suomesta tulisi

vain, jos rypsi-peräisen rehuvalkuaisen tarve laskisi 40–50 prosentilla nykyisestä tai hehtaarisadot kasvaisivat. Jos satojen nousu parantaa viljelyn kannattavuutta, mahdollisuus tuottaa rypsi-peräistä rehuvalkuaista paranee. Rypsin ja rapsin tuottoon vaikuttavat muun muassa sadon määrä, laatu ja hinta. Öljykasvien viljelyssä käytetään suhteellisen voimaperäistä lannoitusta. Öljykasveilla on palkoviljojen tapaan positiivisia vaikutuksia viljelykierrossa. Öljykasvien ongelmana ovat, kuten jo edellä todettiin, suuret suhteelliset satovaihtelut. Rapsi tuottaa rypsiä enemmän valkuaista hehtaaria kohti, mutta sen satovaihtelu on ollut rypsiäkin suurempaa.

2.1.3 Viljat

Koska viljoja on viljelty Suomessa selvästi yleisemmin kuin proteiinikasveja, pystyttäisiin Kaukovirta-Norjan ym. (2015) mukaan nopeimmin lisäämään kotimaisen proteiinirehun määrää käyttämällä proteiinipitoista viljaa rehun raaka-aineena. *Viljojen proteiinipitoisuutta on mahdollista kasvattaa kasvinjalostuksen kautta.* Tällä hetkellä ongelmallista on ollut kuitenkin se, että proteiinipitoisuuden nosto pienentää tärkeiden aminohappojen suhteellista osuutta. Viljojen merkityksen kasvu on siis mahdollista pitkällä aikavälillä, mikäli kasvinjalostuksessa keskitytään proteiinipitoisuuden kasvattamiseen. Mahdollisuus olisi kehittää erityisesti rehukäyttöön suunnattuja viljalajikkeita, mutta viljoilla voisi olla nykyistä suurempi merkitys proteiinilähteenä myös ihmisravintokäytössä (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Viljojen rehukäyttö on Suomessa noin 2 miljardia kiloa vuodessa. Yksi prosenttiyksikkö viljan valkuaispitoisuudessa vastaa nykyisillä rehumäärillä 20 miljoonaa valkuaiskiloa, mikä on noin neljännes maahan tuotavan soijan valkuaisosisällöstä. Viljojen valkuaisen hyväksikäyttöä rajoittaa kuitenkin eläimen tarpeisiin nähden puutteellinen aminohappokoostumus (Aronen 2012). Peltonen-Sainio (2013) mukaan viljojen proteiinisaatoja voidaan kasvinjalostuksen avulla parantaa vastaamaan varsinaisten valkuaiskasvien hehtaarikohtaisia proteiinituotoksia. Valkuaisasadon vaihtelu on suurempaa valkuaiskasveilla kuin viljoilla. Valkuaiskasvien sato- ja laatuvaihteluita aiheuttavat riskit tulee voida hallita nykyistä paremmin. Merkittävimpiä riskejä aiheuttavat sää ja kasvintuhoojat. Kasvinjalostuksella on tärkeä rooli parannettaessa viljojen valkuaisaatoja sekä valkuaisrikkaiden kasvien satovarmuutta.

2.1.4 Nurmirehu

Myös edistämällä hyvänlaatuisen ja hyvin sulavan nurmirehun tuotantoa voidaan proteiiniomavaraisuutta välillisesti parantaa naudanlihan- ja maidontuotannossa (MMM 2010). Märehtijöiden ruokinta on järjestettävissä soijariippumattomaksi johtuen säilörehusta valkuais täydentäjänä ja kotimaisen valkuaisen soveltuvuudesta soijan korvaajaksi (Peltonen-Sainio 2013). *Nurmi on merkittävin lypsykarjan proteiinirehun lähde, koska märehittäjät pystyvät hyödyntämään nurmen proteiinin tehokkaammin kuin yksimahaiset.* Nurmi kasvaa Suomessa hyvin ja sitä voidaan tuottaa alueilla, joilla ei voida tai kannata viljellä suoraan ihmisten käyttöön tulevia kasveja, jolloin resurssikilpailua ei juuri ole. Parhaillaan tut-

kitaan nurmisäiliörehun jalostusta sioille ja siipikarjalle sopivaksi rehuksi ja siinä nähdään paljon potentiaalia (KM 2016; IBC-Finland 2014). Esimerkiksi Luonnonvarakeskus (Luke) ja Valtion taloudellinen tutkimuskeskus (VTT) kehittävät ja testaavat menetelmiä, joilla säilörehusta valmistetaan rehuja yksimahaisille eläimille kuten sioille ja siipikarjalle. Nurmesta tuotetaan projektin aikana erilaisia rehuksi sopivia valmisteita kuten proteiini- ja sokeripitoista 'rehumehua' ja yksisoluproteiinia. Säilörehun selluloosa pilkotaan sokereiksi, joista valmistetaan pekilosienen avulla rehuproteiinia (KM 2016). Suomessa olisi nykyisen rehuntuotannon lisäksi mahdollista kasvattaa nurmea jopa 470.000 hehtaarin alalla. Tämä olisi merkittävä proteiiniomavaraisuutta kasvattava asia, sillä sikojen ja siipikarjan ruokinnassa täydennysproteiini saadaan pääosin ulkomaisesta soijasta. Kaukovirta-Norjan ym. (2015) mukaan pidemmällä aikavälillä voidaan ajatella myös, että nykyisin rikkakasviruuhona pidettävä kasvi voisi olla tärkeä proteiinilähde. Tällaisen kasvin löytyminen edellyttäisi kuitenkin laajamittaista kokeellista tutkimusta ja mahdollista kasvinjalostusta.

2.1.5 Sika- ja siipikarjatalouden rehut

Märehtijöiden ruokinta on järjestettävissä soijariippumattomaksi johtuen säilörehusta valkuaisäydyntäjänä ja kotimaisen valkuaisen soveltuvuudesta soijan korvaajaksi. Sen sijaan yksimahaisten osalta soijan korvaaminen on haastavampaa. Kotimaisten proteiinikasvien käyttöä yksimahaisten rehuissa voitaisiin edistää kehittämällä teknologioita, joilla niiden haitallisia aineita voitaisiin poistaa rehun raaka-aineista (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Haitallisten aineiden pitoisuuksia voidaan vähentää myös kasvinjalostuksella (Peltonen-Sainio 2013).

Sikojen ruokinta on mahdollista järjestää ilman soijaa kaikissa tuotannon vaiheissa, kun korvaajana käytetään hernettä, härkäpapua, rypsi tuotteita, lupiinia ja synteettisiä aminohappoja. Myös teollisuuden sivutuotteita, kuten ohravalkuaisrehua, heravalkuaisjauhetta ja kalajauhoa voidaan käyttää täydentämään rehun valkuainen tavoitetasolle. Kalajauho ei tosin sovi lihasioille makuvirheriskin vuoksi. Helpointa soijattomuus ilman tuotantotulosten heikkenemistä on tiineillä emakoilla ja lihasioilla, ja haasteellisinta se on pienillä porsilla ja imettävillä emakoilla rehujen hinnan kasvun sekä maittavuuden ja tuotantotulosten heikkenemisen vuoksi (Peltonen-Sainio 2013). Kotimaisten valkuaislähteiden käytön kannattavuus sikojen ruokinnassa riippuu niiden suhteellisista hinnoista.

Yksimahaisten rehuissa rypsiä käytetään melko vähän, ja rypsin osalta seossuunnitteluun olisi panostettava ruokintaneuvonnassa. Yhtenä keinona voidaan nähdä rypsin siemenen hyödyntäminen kokonaisuudessaan tilatasolla. Mikäli rypsin siemen voitaisiin hyödyntää tilalla kokonaisuudessaan, lisääisi se rypsin viljelyä kotieläintiloilla ja se olisi keino vähentää yksimahaisten soijariippuvuutta (MMM 2010). Huomioitaessa härkäpavun maata parantava vaikutus voisi härkäpapu myös olla kilpailukyinen vaihtoehto. Merkittävin pullonkaula tälle on härkäpavun hinta ja saatavuus sekä satoriskit. Rypsirouhe ei näytä nykyisellä markkinahintatasolla olevan hintansa puolesta kovin kilpailukyinen vaihtoehto

edulliselle herneelle, mutta sen etuna on hyvä saatavuus. Rypsirouhe voi kuitenkin olla kilpailukykyinen vaihtoehto paikallisesti esimerkiksi rypsipuristamon lähialueella.

Siipikarjan rehuissa merkittävä osa soijavalkuaisesta voidaan korvata herneellä, rypsi tuotteilla ja lupiinilla. Härkäpavun haitta-aineet rajoittavat sen käyttöä suurina määrinä (Peltonen-Sainio 2013). Siipikarjantuotannossa voidaan saada tuotantokustannussäästöjä kotimaisten valkuaisrehujen kuten rypsi tuotteiden, herneen, härkäpavun ja lupiinin avulla, jos tuotanto samalla tehostuu. Ruokintakokeissa broilereilla saavutettiin suurempia teuraspainon kasvuja osin lyhyemmässä ajassa kuin täysrehuokinnassa, mutta kananmunien tuotanto ei kasvanut merkittävästi käytettäessä kotimaisia valkuaisrehuja. Kustannussäästöpotentiaalia voidaan arvioida olevan enemmän broilerin- kuin kananmunien tuotannossa. Nykyiset härkäpapulajikkeet sopivat huonosti muniville kanoille. Rungas härkäpavun syöttö, 25 prosenttia dieetissä, nosti kanojen kuolleisuutta härkäpavun haitta-aineiden (visiini ja konvisiini) vuoksi (Peltonen-Sainio 2013).

2.1.6 Kalat ja sivuvirrat

Maa- ja metsätalousministeriön (2010) mukaan kalajauhon käyttö vähenee tulevaisuudessa, koska kalajauhon maailmanlaajuinen tuotantomäärä ei kasva ja kalajauhoa eniten rehuissa käyttävä kalojen viljely jatkaa voimakasta määrällistä kasvuaan. *Kalajauhon tuontia voidaan korvata kotimaisella rehukalalla.* Silakka ja kilohaili ovat suomalaisen kaupallisen kalastuksen keskeisimmät saalislajit. Silakan päämarkkinat ovat olleet turkistaloudessa ja viennissä. Tällä hetkellä kalastajat rantauttavat paljon silakkaa Ruotsiin, josta se kuljetetaan Tanskaan kalajauhon raaka-aineeksi. Kalasta poistetaan dioksiini kalajauhon valmistuksen yhteydessä. Tanskalaista kalajauhoa myydään Suomeen kalarehujen raaka-aineeksi. Kalajauhoa ja kalarehua tuodaan nykyisin Tanskasta Suomeen. (Setälä ym. 2015).

Suomessa toimii tällä hetkellä yksi kalanrehutehdas, Raisioagro Oy, jonka markkinaosuus Suomen, Karjalan ja Baltian maissa on noin 50 prosenttia. Muu rehu tuodaan Tanskasta. Vuonna 2014 Raisioagro Oy osti noin 5 miljoonaa kiloa kalajauhoa ja 2,5 miljoonaa kiloa kalaöljyä Tanskasta, Islannista ja Etelä-Amerikasta. Suomeen suunnitellun kalajauholinjan tuotanto riittäisi turvaamaan kotimaisen kalajauhotarpeen lähes kokonaan, mikä lisäisi Suomen valkuaisomavaraisuutta. Kotimaisen kalajauhon valmistus lisäisi eläinperäisen valkuaisen omavaraisuutta noin neljä prosenttia. Suomeen tuodaan noin 46 miljoonaa kiloa eläinperäistä valkuaista ja kalajauhon valmistus vähentäisi tämän tuontitarvetta arviolta noin 13 prosenttia. Suurimmat vaikutukset kalan omavaraisuuteen ja kauppataseeseen syntyisivät kuitenkin, jos kalankasvatus kasvaisi. Kalaa tuodaan huomattavan paljon ulkomailta ja tuontia tulisi korvata kotimaisella tuotannolla (Setälä ym. 2015). Kalankasvatukseen tuleekin kehittää ympäristöystävällisempiä teknologioita, kuten avomerikasvatusta ja kiertovesitekniikkaa (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Tärkeänä proteiiniomavaraisuutta lisäävänä keinona tunnistettiin myös sivuvirtojen – mukaan lukien lihaluu jauho sekä roskakala – hyödyntämisen parantaminen tutkimuksen ja tuotekehityksen

avulla sivuvirtaproteiinin hyödyntämiseksi (Kaukovirta-Norja ym. 2015). "Vähäarvoisten kalamassojen hyödyntäminen elintarvikerehu- ja bioenergiantuotantoon" -hankkeessa tarkasteltiin särkikalojen poistokalastuksen saaliiden ja kalateollisuuden sivuvirtojen hyödyntämistä. Tulosten mukaan esimerkiksi silakan fileointijätökset ja kalaperkuujäte sopivat nykyisillä jalostustavoilla rehuteollisuuden raaka-aineiksi. Ylipäättään hankkeessa todettiin, että kalateollisuuden sivuvirrat saattavat olla merkityksellisempi raaka-ainevaranto kuin poistokalastuksen saaliit (Vielma ym. 2013).

Teollisuudessa syntyvät sivuvirrat hyödynnetään jo nyt varsin hyvin, mutta joitakin parantamismahdollisuuksia on olemassa. Esimerkiksi rehuproteiinin erottaminen perunatärkkelysteollisuuden sivuvirtana syntyvästä solunesteestä käynnistyi Kokemäellä syksyllä 2015, kun Finnmyl Oy investoi siellä perunaproteiinin tuotantoon. Prosessissa proteiini erotetaan tärkkelyksen valmistuksen sivutuotteena syntyvästä perunan solunesteestä. Tätä proteiinia voidaan käyttää sekä elintarvike-, että rehuteollisuudessa. Loppuosa solunesteestä väkevöidään lannoitteeksi (Finnmyl 2015).

2.1.7 Yleisiä toimenpidesuosituksia biologis-teknisestä näkökulmasta

Valkuaisomavaraisuuden kohentamisen kannalta keskeinen kysymys on, miten kotimaisen kasvipärisen valkuaisen tarjontaa voidaan vahvistaa. Onkin tärkeää kiinnittää huomiota niihin keinoihin, joilla viljelyaloja ja satotasoa voitaisiin nostaa. Viljelyn yksikkökustannusten alentaminen sekä sadon ja hintojen vaihtelusta johtuvan tuottovaihtelun vähentäminen ovat avaintekijöitä valkuaisomavaraisuuden parantamiseksi (Peltonen-Sainio 2013). Proteiiniomavaraisuuden lisäämiseksi tulee jatkossa kiinnittää erityisesti huomiota viljelyskasvien jalostukseen proteiinikasvien suurten satovaihteluiden vähentämiseksi. Samoin tulee lisätä viljelijöiden tietoisuutta proteiinikasveista (EIP-AGRI Focus Group 2014). Luonnonvarakeskuksen "Kotimaisen valkuaisomavaraisuuden parantaminen globaali muutosten paineessa (OMAVARA)" -hankkeen toimenpide-ehdotuksissa korostettiin rypsin, rapsin ja palkokasvien osuuden merkittävää kasvattamista. Tärkeimpinä keinoina nähtiin *kasvinjalostus*. Siinä tulisi korostaa aikaisen rapsin jalostusta, parantaa herneen viljelyvarmuutta, tuottaa haitta-aineettomia härkäpapulajikkeita, valita proteiinisadoiltaan nykyistä kilpailukykyisempiä viljalajikkeita sekä tuottaa taudinkestäviä proteiinikasvilajikkeita tuotantovarmuuden ja kustannustehokkuuden lisäämiseksi (Peltonen-Sainio 2013). Rehustrategiatyöryhmä puolestaan korostaa öljy- ja proteiinikasvien viljelyalan kasvattamista sekä kansallisten rehuproteiini-lähteiden käytön tehostamista ja lisäämistä esimerkiksi runsaasti proteiinia sisältävien kasvipärisien sivutuotteiden osalta (MMM 2010).

"Tiekartta Suomen proteiiniomavaraisuuden parantamiseksi" -hankkeessa tunnistettiin kotimaisen kasvipärisen proteiinin tuotannon lisäämisessä taloudellisesti varteenotettavimmiksi vaihtoehdoiksi erityisesti viljojen ja nurmen satotason kohottaminen sekä härkäpavun ja herneen viljelyalojen lisääminen (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Hankkeessa tunnistettiin seuraavia teknologisia keinovalikoimia Suomen proteiiniomavaraisuuden nostamiseksi: *viljelyvarmuuden ja satoisuuden nosto, sivuvirto-*

jen hyödyntäminen, öljykasvien lajikkeiden kehittäminen sekä viljaproteiinin parempi hyödyntäminen lajikehityksen kautta. Tärkeimpänä keinoina pidettiin viljelyvarmuuden nostamista niin proteiinikasvien kuin muidenkin kasvien osalta kannattavuuden parantamiseksi. Myös satoisuuden nosto proteiinikasvien osalta kannattavuuden lisäämiseksi sekä neuvonnan tehostaminen viljelytekniikan parantamiseksi nousivat tärkeäksi keinovalikoimaksi. Esille tuoduista keinoista nopeimpina nähtiin sivuvirtojen hyödyntäminen. Parhain vaikuttavuus tunnistettiin olevan kotimaisilla uusilla proteiinilähteillä rehuna, proteiinipitoisten kasvien viljelyn lisäämisellä sekä viljelyvarmuuden ja satoisuuden nostolla (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Viljoista suurimmat vaikutukset raakaproteiinin saatavuuteen Suomessa 10 prosentin lisäyksellä proteiinisadossa saadaan kauralla ja ohralla. Maailmanlaajuinen 10 prosentin lisäys ohran hehtaarisadossa voisi korvata jopa kolmanneksen soijan tuonnista. Myös nurmikasvien jalostuksella olisi mahdollista saada merkittäviä muutoksia. Sen sijaan herneen ja härkävavun proteiinisatotason lisäämisellä ei hankkeen tulosten mukaan saataisi nopeasti kovinkaan merkittäviä muutoksia aikaan proteiiniomavaraisuudessa, sillä niiden viljelyala on melko pieni.

Tulokset viittaavat siihen, että suurin vaikuttavuus saataisiin nostamalla viljojen (proteiini)satotaso. *Mikäli kotimaisten viljojen, rypsin ja rapsin sekä herneen ja härkävavun satotaso nousisi noin 15 prosenttia, voitaisiin soijan tuonti korvata periaatteessa kokonaan.* Käytännössä soija on kuitenkin aminohappokoostumukseltaan ylivertainen sikojen ja siipikarjan ruokinnassa moniin muihin proteiinin lähteisiin verrattuna, minkä vuoksi soijan korvaaminen edellyttäisi mittavia muutoksia muun muassa kotieläinten rehustuksessa (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Tästä syystä riippuvuus soijan tuonnista on haaste etenkin sika- ja siipikarjatuotannossa, sillä *soija sopii aminohappokoostumuksensa vuoksi hyvin sikojen ja siipikarjan ruokintaan, mistä syystä soija onkin vaikeasti korvattavissa kotimaisilla rehuaineilla* (Peltonen-Sainio 2013).

OMAVARA -hankkeen johtopäätöksissä tuotiin esiin, että Suomi ei voi olla täysin valkuaisomavarainen, mutta valkuaisen tuotantoa voidaan merkittävästi tehostaa. Valkuaiskasvien tuotantoalat voisivat hetimiten kaksinkertaistua noin 200.000 hehtaariin, kun viljelyalan kestävä laajentaminen huomioi valkuaiskasvien viljelykiertovaatimukset sekä alueelliset erot ilmatoriskeitä samoin kuin peltojen ja maalajien soveltuvuudessa. Nämä biologis-tekniset rajoitteet asettavat ylärajan taloudellisen perustein määräytyvälle tuotannon laajuudelle. Proteiiniomavaraisuuden kannalta merkittävää on se, että vuonna 2013 peltomaasta 254.000 hehtaaria oli viljelemätöntä. Vuosisadan puoliväliin mennessä, jos ilmasto lämpenee ennusteiden mukaan, valkuaiskasvien viljelyalat voisivat edelleen kaksinkertaistua lähestyen jopa 400.000 hehtaaria. Kokonaissadot kasvaisivat viljelyaloja enemmän, koska satoisampien palkoviljojen viljely lisääntyisi öljykasveja enemmän (Peltonen-Sainio 2013).

Myös *koulutukseen ja neuvontaan* tulee panostaa. Esimerkiksi härkävavun osalta viljelijöiden suurin haaste on ollut tiedon vähyys. Lehtisen (2014) mukaan härkävavun käytöstä ei ole ollut esillä riittävästi tietoa, vaan viljelijät joutuvat itse hakemaan tietoa internetistä, sillä neuvojilla ei ole ollut tietoa härkävavusta.

Tulee muistaa, että proteiinihaaste on olemassa myös EU-tasolla ja globaalitasolla. Kansainvälinen Forum for the Future (2014) suosittelee, että globaalisti lyhyellä aikavälillä tulisi kyetä lisäämään *rehuinnovaatioita* eläinproteiinin kulutuksen kasvuun vastaamiseksi. Toiseksi lyhyellä aikavälillä on *tehostettava proteiinikiertoa*, sillä tällä hetkellä globaalisti noin 30 prosenttia ruuasta menee hukkaan. Proteiinikiertoa on mahdollista lisätä ruokajätettä vähentämällä sekä lisäämällä sivuvirtojen hyödyntämistä. Pitkällä aikavälillä puolestaan *kotoperäisten kasvien jalostus proteiinilähteiksi* paikallisesti on tärkeä kehittämisteema, sillä kotoperäiset lajit sopivat yleensä paikalliseen ilmastoon ja niiden ilmastonmuutokseen liittyvä resilienssi on hyvä. Tästä syystä tuleekin kehittää kotoperäisten kasvien tuottavuutta (Forum for the Future 2014).

Myös eläinten ruokintaan liittyvä teknologinen infrastruktuuri ja rehuntuotannon infrastruktuuri ovat asioita, jotka voivat lisätä proteiinisadon kilpailukykyä. Tarvitaan agronomisia tutkimuksia muun muassa eri kasvivaihtoehdoista, lannoituksesta, kasvitaudeista sekä viljelykierrosta. Euroopassa on vielä olemassa olevaa infrastruktuuria öljykasvien jalostukseen rehuraaka-aineeksi, ja tätä tuotantoa voitaisiin kasvattaa (de Visser ym. 2014). Myös soijan osalta Euroopassa on olemassa oleva, joskin vähentävä kapasiteetti soijan murskaamiseen rehuraaka-aineeksi. Tämä tuotantokapasiteetti on kuitenkin suunniteltu suurten, ulkomailta tuotavien soijamäärien jalostukseen. Esimerkiksi Alankomaissa testaukset osoittivat, että murskausteollisuus kiinnostui kotimaisesta raaka-aineesta vasta siinä vaiheessa, kun soijaraaka-aineen tarjonta oli volyymiltaan hyvin suurta. Tärkkelysperäisillä kasveilla, kuten herneellä ja härkäpavulla, on se etu, että niitä voidaan käyttää eläimille ilman murskausta, joten niiden lisääntyvä hyödyntäminen ei ole riippuvainen murskaukseen liittyvän infrastruktuurin kapasiteetista (de Visser ym. 2014).

2.2 Talous ja markkinat - valkuaisomavaraisuuden kasvattaminen kannattavuusnäkökulmasta

Globaaleihin valkuaiskasvimarkkinoihin vaikuttavat tulevaisuudessa merkittävästi muun muassa väestönkasvu, kehitysmaiden elintason nousu ja ruokailutottumusten muutokset (Peltonen-Sainio 2013). Tällä hetkellä soijan käyttö nojaa vahvasti kansainvälisiin markkinoihin ja arvoketjuun, jossa soijaa on saatavilla luotettavasti ja jossa laatu ja hinta pysyvät suhteellisen tasaisena. Euroopassa on keskusteltu siitä, perustuisivatko uusien valkuaiskasvien arvoketjut Euroopan tasolle vaiko aluetasolle. On arvioitu, että öljykasvien osalta markkinat voisivat olla Euroopan tasolla, kun taas tärkkelyskasvien markkinat voisivat perustua alueellisiin markkinoihin ja arvoketjuihin. Proteiinirikkaiden kasvukuitujen osalta arvoketju voisi olla hyvin paikallinen (de Visser ym. 2014).

Taloudellisesta näkökulmasta proteiini- ja öljykasvien tuotantopotentiaalin määrittää se, onko niiden viljeleminen ja käyttö rehuna kannattavaa ja rationaalista verrattuna muihin viljelykasveihin (Pel-

tonen-Sainio & Niemi 2012). *Kannattavuusnäkökulmasta viljelyn yksikkökustannusten alentaminen ja tuotantovaihtelun vähentäminen ovat avaintekijöitä valkuaisomavaraisuuden parantamiseksi*, koska soijarouheen hinta yhdessä viljan hinnan kanssa pitkälti määrittää palkoviljojen kilpailukykyisen hintatason. Kun typipilannoitteiden ja soijarouheen hinta on korkea, kannustaa se palkokasvien viljelyyn. Ongelmana ovat valkuaisrehujen nopeat hintamuutokset, jotka vaikeuttavat päätöksentekoa. Nopea vaihtaminen hinnaltaan edullisempaan rehuun ei onnistu teknologiarajoitteen, laadukkaiden rehujen tasaisen saatavuuden sekä eläinten ruokinnallisten seikkojen vuoksi (Peltonen-Sainio 2013). Palkoviljojen viljelyn laajuus on sidoksissa niiden suhteellisen kannattavuuteen, ja viljelyä rajoittavat myös niiden vaateliaisuus kasvupaikan suhteen sekä viljelykiertovaatimukset (Nykänen 2012).

Avainasemassa proteiiniomavaraisuuden kasvattamisessa on tuotannon tehostaminen ja sitä kautta kannattavuuden parantuminen. Valkuaisomavaraisuuden kohentamisen kannalta keskeinen kysymys on, miten kotimaisen kasviperäisen valkuaisen tarjontaa voidaan vahvistaa. Onkin tärkeää kiinnittää huomiota niihin keinoihin, joilla viljelyaloja ja satotasoa voitaisiin nostaa (Kaukovirta-Norja ym. 2015; Peltonen-Sainio 2013). Erityisesti tulisi vahvistaa valkuaiskasvien tarjontaa pyrkimällä alentamaan niiden yksikkötuotantokustannuksia (Peltonen-Sainio 2013). Myös tuotantoeläinten proteiinin tarve eri tuotantovaiheissa ja täydennysproteiinin käyttö rehuissa tulisi optimoida nykyistä tehokkaammin, jotta pystyttäisiin vähentämään täydennysproteiinin kokonaiskulutusta rehuissa (Kaukovirta-Norja ym. 2015). "Tiekartta Suomen proteiiniomavaraisuuden parantamiseksi" -hankkeessa yhtenä johtopäätöksenä oli myös, että peltokapasiteetin palauttamisella tuotantoon voisi olla merkittävä rooli kotimaisen proteiinin viljelyalojen lisäämisessä ja proteiinikasvien saatavuuden varmistamisessa (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Tehostamisen lisäksi myös toimivat markkinat lisäävät tuotannon kannattavuutta. Toimivat markkinat ja varmuus proteiinikasvien menekistä sekä tuotannon kannattavuus kilpailukykyisen markkinahinnan avulla lisäävät omavaraisuusastetta. Laadukkaan ja tasaisen raaka-aineen saannin edistämiseksi tarvitaan uusia toimintatapoja. Kotieläintilojen näkökulmasta on tärkeää, että valkuaispitoista rehuainetta on saatavilla riittävästi ja jatkuvasti. Kotieläin- ja kasvintuotantotilojen yhteistyötä tulisikin lisätä esimerkiksi kannustamalla niitä viljelysopimuksiin. Sopimuksilla voidaan yhtäältä tarjota kasvinviljelytiloille markkinointikanava ja toisaalta turvata riittävä valkuaisen saatavuus kotieläintiloille (Peltonen-Sainio 2013). Tällä hetkellä proteiinikasvien viljelyssä myös pienuus asettaa haasteita, sillä pienten volyymien myötä kannattavuus on heikko ja teollisuus ei voi perustaa tuoteportfoliotaan sellaisen raaka-aineen varaan, minkä tuotantomäärät ovat pienet ja saatavuus epävarmaa. Kotimaisen rehuproteiinin markkinat ovat kuitenkin olemassa, sillä tällä hetkellä teollisuus ostaa käytännössä kaiken kotimaisen saatavilla olevan proteiinin. Rehuherneen ja härkävun saatavuuden osalta on kuitenkin epävarmuutta, joka haittaa kotimaisen raaka-aineen käyttämistä teollisissa rehuissa.

Rehumarkkinoiden kehittämisen lisäksi myös ihmisravintokäyttöön liittyvät markkinat lisäävät tuotannon kannattavuutta. Tämä on tärkeää, sillä vaikka rehumarkkinat ja proteiinvirrat rehun yhteydessä

ovatkin moninkertaiset ihmisravintokäytössä liikkuvan kasvisproteiinin rinnalla, ravintokäytöllä vahvistetaan rehumarkkinoita laajentamalla raaka-aineen käyttömahdollisuuksia ja siten ihmiskäytöllä voidaan tehostaa markkinoiden toimivuutta. Rypsin ja rapsin osalta mahdollisuutena voi olla myös biopolttoaineiden tuotannon kasvu, sillä rypsi- ja rapsi soveltuvat hyvin biopolttoaineiden tuotantoon. *Biopolttoaineiden tuotanto vaikuttaa myös proteiinimarkkinoihin, sillä se lisää proteiinirikkaan rehun tarjontaa markkinoilla.* Kasvavan biopolttoainetuotannon myötä rypsirehun hinnan odotetaan laskevan, mikä osaltaan lisää sen käyttöä eläinrehuna (Peltonen-Sainio & Niemi 2012).

Myös kansainvälistyminen on keino kehittää markkinoita, sillä sitä kautta voitaisiin lisätä kysyntää. *Pitkällä aikavälillä suomalaisesta kasvipäisestä proteiinista tai siihen perustuvista tuotteista voisi tulla vientituotteita.* Viennin kautta proteiinikasvien markkinoita voitaisiin kasvattaa. Kuluttajamarkkinoilla keskeiseksi tekijäksi nousee tuotteiden brändäys, jossa voidaan hyödyntää ruuan kotimaisuutta, jäljitettävyyttä, ympäristöhyötyjä tai esimerkiksi terveellisyttä (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Kotimaisen kasvipäisen proteiinin tuotannon lisäämisessä tarvittaisiin kotimaisten proteiinikasvien saatavuuden parantamista ja kuluttajakäyttöön suunnattujen tuotteiden kehittämistä, mikä vaatii elintarvikealan tuotekehityksen ja verkostomaisen toimintatavan yleistymistä (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Uusien tuotteiden tuominen markkinoille ja uusien raaka-aineiden hyödyntäminen edellyttävät tuotekehitystä elintarviketeollisuudessa. Tuotekehityksen volyyymiä pitäisi pystyä kasvattamaan, jotta voidaan tehdä useiden tuotteiden kehitystä rinnakkain. Lisäksi tarvitaan yhteistyötä koko arvoketjussa sekä myös niiden osalta, jotka edesauttavat arvoketjun kehittämistä. Tällaisia ovat rehuteollisuus, kasvinjalostus, viljelijät, neuvontaorganisaatiot, erilaiset kehittäjäorganisaatiot sekä valtionhallinto (de Visser ym. 2014; EIP-AGRI Focus Group 2014). Esimerkiksi viljelijöiden keskinäinen yhteistyö hankinnoissa voisi olla keino pienentää tuotannon yksikkökustannuksia, mikä parantaisi kannattavuutta (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Euroopan omavaraisuuden lisäämiseksi tarvitaankin muutosaika, jona aikana koko arvoketjuun tulee investoida alhaisen kilpailukyvyn ja alhaisten tuotantomäärien nostamiseksi (EIP-AGRI Focus Group 2014).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL) on selvittänyt ja tutkinut viime vuosina vähäarvoisten kalojen ja kalateollisuuden sivuvirtojen hyödyntämistä korkeamman jalostusarvon tuotteiksi. "Vähäarvoisten kalamassojen hyödyntäminen elintarvikerehu- ja bioenergiantuotantoon" -hankkeessa tarkasteltiin särkikalosten poistokalastuksen saaliiden ja kalateollisuuden sivuvirtojen hyödyntämistä. Tulosten mukaan esimerkiksi silakan fileointijätökset ja kalaperkuujäte sopivat nykyisillä jalostustavoilla rehuteollisuuden raaka-aineiksi. Ylipäätään hankkeessa todettiin, että kalateollisuuden sivuvirrat saattavat olla merkityksellisempi raaka-ainevaranto kuin poistokalastuksen saaliit (Vielma ym. 2013). Setälä ym. (2015) ovat todenneet, että kotimaisella kalajauhon valmistuksella olisi kalan arvoketjussa monia taloudellisia vaikutuksia. Kalastajille avautuisi uusi kotimainen markkina. Se vaikuttaisi kalan hintaan ja mahdollisesti myös kalastuskustannuksiin, kun kalaa ei enää rantautettaisi Ruotsiin. Se

myös synnyttäisi kalajauhon tuotannossa uusia työpaikkoja saaristoon. Jos kalajauhon valmistus siirtyisi Tanskasta Suomeen, ei kalaa enää tarvitsisi kuljettaa autolla Pohjanlahdelta Tanskaan, jolloin raaka-aineen kuljetustarve olisi Suomessa huomattavasti pienempi. Näin arvoketjussa syntyisi merkittävää säästöä. Raaka-aineen saatavuus on kotimaisen kalajauhon valmistuksen ensisijainen edellytys. Suomessa kalajauhotehtaan perustamisen ongelmana on ollut investoinnin kalleus suhteessa käytettävissä olevan raaka-aineen määrään. Kun muualta tulevia rehuraaka-aineita korvataan Itämeren lähteillä, kalankasvatus voi poistaa Itämeren kierrosta enemmän ravinteita kuin se itse päästää. Kalankasvattajat ovat kiinnostuneita Itämerirehusta, jos se ei nosta kalan tuotantokustannuksia ja sen käyttöön on taloudellinen kannustin. *Kotimaisen kalajauhon valmistus lisäisi Suomen valkuaisomavaraisuutta ja parantaisi kauppatasetta.* Taloudellisten laskelmien perusteella kalajauhoa voidaan tuottaa Suomessa kilpailukykyisesti, jos raaka-ainetta riittää ja uusi tuotantoprosessi tulee toimimaan suunnitelmien mukaisesti (Setälä ym. 2015).

Kaiken kaikkiaan proteiinin tuotanto voi Suomessa kasvaa, mutta sen vaatimuksena on, että markkinoita ja kannattavuutta kehittämällä viljelijöillä on taloudellisia kannustimia viljellä proteiinikasveja viljojen sijaan ja että viljelijät käyttävät niitä eläinten rehuna tuontirehun sijaan (Peltonen-Sainio & Niemi 2012).

2.3 Yhteiskunnalliset muutostekijät valkuaisomavaraisuuden kasvattamiseksi

2.3.1 Poliittikamuutokset

Valkuaisomavaraisuuden kasvu vaatii jalostuksen ja kehittyneempien markkinoiden lisäksi politiikka-muutoksia (Forum for the Future 2014). Harjoitettu politiikka voi edistää paikallisten proteiinikasvien tuotantoa toimenpiteillä, jotka alentavat viljelykustannuksia sekä toisaalta maataloustukien avulla. Harjoitettu politiikka voi auttaa alentamaan viljelykustannuksia esimerkiksi koulutuksen sekä neuvontapalvelujen avulla, lisäämällä tuotekehitysrahoitusta sekä yhteiskunnan rahoitusta arvoketjun yhteistyön koordinointiin ja tarjoamalla erilaisia työkaluja riskien arviointiin (Kaukovirta-Norja ym. 2015; Peltonen-Sainio & Niemi 2012). Myös verotuksella on mahdollista lisätä proteiiniomavaraisuutta. Esimerkiksi sivuvirtojen, kuten lihaluujauhon ja roskakalan hyödyntämistä on mahdollista parantaa verotuksen ja ohjauksen avulla (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Lehtosen (2016) mukaan EU-tukia täydentävät kansalliset maataloustuet on pääosin kohdennettu kotieläintuotantoon. Tällä hetkellä suurin osa EU:ssa käytettävästä proteiinipitoisesta rehusta on tuontitavaraa ja hinnaltaan edullista, sillä yksi osa EU:n maatalouspolitiikkaa on ollut tullien alentaminen myös tuontirehuproteiinin osalta. Tällä on tavoiteltu muun muassa kotieläintuotannon kilpailukyvyyn vahvistamista (Lehtonen 2016). EU:n yhteisen maatalouspolitiikan linjaukset vaikuttavat osaltaan valkuaiskasvien viljelyn edellytyksiin Suomessa. Kansallisesti ja EU:n tasolla voidaan pellon käyttöä ohjata

muun muassa kohdentamalla peltotukia valkuaiskasveille tai tarjoamalla suojaa satovahingoilta, jotka koskettavat eritoten valkuaiskasveja (Peltonen-Sainio 2013). EU:n yhteisen maatalouspolitiikan viimeisimmän uudistuksen on arvioitu vahvistavan mahdollisuuksia, sillä "viherryttäminen" tulee lisäämään toimia, joiden avulla pyritään vähentämään maatalouden aiheuttamina ympäristöriskejä ja -vahinkoja (Peltonen-Sainio & Niemi 2012). Myös proteiinikasvien kansallisten tukien avulla olisi mahdollista edistää proteiinikasvien viljelyä (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Esimerkiksi valkuais- ja öljykasvien viljelyn lisäämiseen tähdännyt, 1.1.2011 alkaen valkuais- ja öljykasvituotannolle maksettava erityistuki pyrkii tähän. Valkuais- ja öljykasvipalkkion tavoitteena on edistää Suomen kasvinviljelyn rakenteen monipuolistamista, mikä kannustaisi viljelijöitä vähemmän viljelyssä olevien kasvien viljelyyn. Erityistuen tukikelpoisia kasvilajeja ovat valkuaiskasveista herne, härkäpapu, lupiini ja öljykasveista syyysrapsi ja -rypsi, kevätrapsi ja -rypsi sekä auringonkukka, öljypellava, öljyhamppu ja ruistankio (MMM 2010). Maa- ja metsätalousministeriön (2010) mukaan valkuaiskasvien viljelyalaa kyetään lisäämään turvaamalla kansallista ja EU-tukipolitiikkaa uudistettaessa riittävät kannustimet valkuaiskasvien viljelyyn. Harjoitetulla tukipolitiikalla voi ylipäättään olla merkittäviä vaikutuksia tuotannon painopisteen muuttumiseen, sillä Mattilan ym. (2016) visioinnin perusteella lihan kulutuksen olisi mahdollista vähetä puoleen seuraavan 10 vuoden aikana, mikäli maataloustukien painopiste suunnattaisiin lihantuotannosta kasvituotantoon, mikä puolestaan heijastuisi kuluttajahintoihin.

Kansainvälinen kauppapolitiikka voi vaikuttaa Suomen valkuaisomavaraisuuteen sekä laajemmin Suomen omavaraisuuteen ja elintarvikehuoltoon. Tähän sisältyy myös uhkia, sillä mikäli maailmankaupan vapauttaminen tulisi tapahtumaan nopealla tahdilla, merkitsisi se sekä kotieläin- että kasvin- tuotannon vähenemistä Suomessa (Ahokas & Aakkula 2010). Suomen maatalous tulisi olemaan häviöjä maailmankaupan vapautumisessa, sillä maataloustukien ja tuontisuojan poistuminen heikentäisi selvästi maatalouden kilpailukykyä. Eniten tukien alasajosta tulisivat kärsimään maidon- ja naudanlihan tuotanto. Kotimaisen ruoantuotannon supistuessa Suomen elintarvikehuolto joutuisi nojaamaan yhä vahvemmin tuontiruokaan ja olisi siten yhä herkempi maailmanmarkkinoiden hintaheilahteluille, mikä heikentäisi ruokaturvaa.

Myös lainsäädännön muutokset voivat edistää valkuaisomavaraisuuden kasvua. Koska öljykasvit ovat tärkeä keino valkuaisomavaraisuuden nostossa, tulisi rypsin osalta saada peittäusaineelle poikkeuslupa (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Yksi nopeimmin hyödynnettävistä mahdollisuuksista liittyy teurastuksen sivutuotteiden proteiinin eli käytännössä lihaluujauhon hyödyntämiseen rehuna. EU:sta tulevan märehittijäperäisen lihaluujauhon käytön salliminen yksimahaisille parantaisi merkittävästi kotimaisen valkuaisen saatavuutta ja toisi lisää käyttömahdollisuuksia teurassivutuotteille, mikä parantaisi kotimaisen lihateollisuuden ja sivutuotteita jalostavan teollisuuden kustannustehokkuutta ja toimintaedellytyksiä. Käytön salliminen nostaisi EU-maiden proteiiniomavaraisuutta (MMM 2010). EU-lainsäädäntö on keventymässä ja mahdollisesti avaamassa tämän mahdollisuuden. Lihaluujauhopi-

toista rehua ei voi kuitenkaan syöttää saman lajin yksilöille. Tällä hetkellä muista eläimistä kuin märehittijöistä saatua lihaluujauhoa on sallittua käyttää vesiviljelyeläinten ruokinnassa (Kaukovirta-Norja ym. 2015).

Myös kalastukseen ja kalankasvatukseen liittyy politiikkaan ja lainsäädäntöön liittyviä kehittämistarpeita. Tämä onkin tarpeellista, sillä kansallisen vesiviljelystrategian tavoitteena on lisätä Manner-Suomen kalankasvatustuotantoa 20 miljoonaan kiloon. Kyseessä on tärkeä biotalouden osa-alue, jolla on paljon kasvumahdollisuuksia liittyen kalojen, äyriäisten, nilviäisten ja levien sekä muiden vesikasvien kasvatukseen. Strategian tärkein tavoite on, että Manner-Suomessa kasvatetaan 20 miljoonaa kiloa ruokakalaa vuodessa vuoteen 2022 mennessä. Määrä olisi lähes kolminkertainen lähtökohtatilanteeseen verrattuna. Tällä tavoin Suomen kalaomavaraisuus ja siten myös ruokaturva parantuisivat. Valtioneuvoston periaatepäätöksenä vuonna 2009 hyväksytyssä kansallisessa vesiviljelyohjelmassa esitettiin, että Itämerirehun käyttö olisi kalankasvattajan vapaaehtoinen kompensatiokeino ravinteiden vähentämiseksi, ja sitä käyttävä yritys voisi lisätä nykyistä tuotantoaan puolitoistakertaiseksi (Setälä ym. 2015). Vesiviljelyn sääntelyn ja ohjauksen kehittämisen tarve on suuri. Lupakäsittely ei saata nykyistä raskaammaksi vaan sen tulisi jatkossa keventyä, jotta kalankasvatuksen olisi mahdollista lisääntyä (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Kalajauhon käytön salliminen myös märehittijöille mahdollistaisi märehittijöiden ja yksimahaisten rehujen valmistuksen samoilla linjoilla (MMM 2010). Esiin on tuotu myös monia yleisiä periaatteellisia kysymyksiä, kuten pitäisikö kalankasvatusta ruokaa tuottavana alkutuotannon muotona käsitellä eri säännöin kuin teollisuustuotantoa. Samoin ympäristölainsäädännön osalta nähdään ristiriitaiseksi se, että kalankasvattajan pitää tällä hetkellä kompensoida kuorituksen kasvu, kun maalla sitä ei vaadita (Setälä ym. 2015).

2.3.2 Ympäristölliset muutostekijät

Tasapainottamalla eläinperäisten, kasviperäisten sekä uusien proteiinilähteiden käyttöä voidaan proteiinisynteeseissä vähentää kasviuonekaasupäästöjä sekä veden kulutusta ja saastumista samoin kuin vähentää maankäyttöön liittyviä muutoksia ja elinympäristön heikkenemistä. Proteiinihaasteeseen kyetään vastaamaan maaperän hyvinvoinnista huolehtimalla, sillä globaali ruokasysteemi on hyvin riippuvainen maaperän terveydestä ja laadusta. Tästä syystä on tärkeä suojella ja parantaa maaperän laatua (Forum for the Future 2014). Esimerkiksi vuoroviljely on tärkeä viljelykäytäntö maan kunnosta huolehtimisessa ja proteiinikasvit ovat tässä hyvä vaihtoehto erilaisina esikasveina, sillä ne kuohkeuttavat maan rakennetta. Viljelykierrolla voidaan jonkin verran myös katkaista tautien ja tuholaisien lisääntymistä (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Valkuaiskasvit tuottavat monia ekosysteemipalveluja. Esimerkiksi palkokasvien typensidonta parantaa omavaraisuutta lannoituksessa ja vähentää kasviuonekaasupäästöjä (Peltonen-Sainio 2013). Erityistä huomiota tulee kiinnittää monimuotoisuuden turvaamiseen viljelyn keinoin, mikä muun muassa vähentää tuholais- ja kasvitautiongelmia sekä lisää typensidontaa (EIP-AGRI Focus Group 2014).

Proteiiniomavaraisuus vaikuttaa myös ilmastopäästöihin. Muista eläimistä kuin märehittijöistä valmistetun lihaluujauhon käytön salliminen sikojen ja siipikarjan rehuissa tulisi huomioida rehuproteiinin täydentäjänä. Käytön salliminen nostaisi EU-maiden proteiiniomavaraisuutta, toisi lisää käyttömahdollisuuksia teurassivutuotteille, vähentäisi ilmastopäästöjä ja pienentäisi lihantuotannon hiilijalanjälkeä (MMM 2010). Toisaalta ilmastopäästöt voivat myös kasvaa proteiiniomavaraisuuden kasvun myötä. de Boerg ym. (2014) selvittivät, voitaisiinko vähintään puolet Eurooppaan Etelä-Amerikasta tuodusta rehujen raaka-aineeksi tarkoitettusta soijasta korvata Euroopassa tuotetulla proteiinilla vaikuttamalla negatiivisesti rehujen aiheuttamaan hiilijalanjälkeen. Tarkasteltuja proteiinilähteitä olivat auringonkukansiemenuho, siipikarjaperäinen lihaluujauho, kuivattu rankki etanolituotannosta, Hollannissa tai Ukrainassa viljelty soija, hyönteiset, rasvaton levä ja bakteeriperäinen yksisoluproteiini. Vain omalla soijanviljelyllä ja lihaluujauholla arvioitiin olevan hiilijalanjälkeä pienentävä vaikutus. Muilla vaihtoehdoilla hiilijalanjäljen arvioitiin kasvavan. Ilmastopäästöjen lisäksi tulee kestävyysulottuvuutta tarkastella myös laajemmin. Peltonen-Sainio & Niemi (2012) mukaan tarkasteltaessa kestävyysnäkökulmaa laajemmin, ei muutos tuontirehun tuonnista valkuaisrehun omavaraisuuteen välttämättä olisi toivottava kestävyysnäkökulmasta katsottuna muun muassa negatiivisen hiilijalanjäljen vuoksi.

Ilmastonmuutoksella on vaikutusta proteiiniomavaraisuuteemme. Muihin alueisiin verrattuna Suomen on arveltu hyötyvän ilmastonmuutoksesta, sillä se mahdollistaa viljelyn monipuolistamisen (Peltonen-Sainio & Niemi 2012). Maa- ja metsätalousministeriön (2010) mukaan ilmastonmuutoksen myötä olosuhteemme tulevat muuttumaan entistä enemmän nurmituotantomyönteiseksi. *Suomen ehdoton etu tulevaisuudessa on veden riittävyys*. Ilmastonmuutos ja sen myötä lisääntyvä kuivuus saattavat rajoittaa soijan ja muiden viljelykasvien viljelyä niille nykyisin edullisilla alueilla. Sen sijaan rehusatojen odotetaan kasvavan Suomessa kasvukauden pidentyessä. Tulevaisuudessa Suomessa voidaan viljellä aikaisemmin vain eteläisessä Suomessa viljeltyjä lajeja tai lajikkeita. Tämän myötä valkuaisomavaraisuus paranee öljy- ja palkokasvien viljelyalan kasvaessa pohjoiseen päin. Peltonen-Sainio (2013) mukaan Suomessa soijan viljely tuskin onnistuu sen vaatimien lyhyen päivän ja suuren lämpösumman takia, mutta muiden palkokasvien sekä rypsin ja rapsin viljelyn edellytykset voivat kuitenkin parantua meillä, jolloin niiden kilpailukyky soijaan nähden tulisi paranemaan. Rapsilla on suurempi potentiaali proteiinisadon tuotannossa kuin rypsilä, mutta toistaiseksi se kasvaa vielä vain eteläisessä Suomessa. Ilmastonmuutoksen myötä rapsista voisi kuitenkin tulla vallitseva öljykasvi Suomessa (Peltonen-Sainio ym. 2011). Alueelliset tuotantoriskit huomioiden valkuaiskasvien tuotantoalat voisivat hetimiten kaksinkertaistua 200.000 hehtaariin. Vuosisadan puolivälissä ilmaston lämpenemisen myötä ala voisi nousta 400.000 hehtaariin. Ilmaston edelleen lämmitessä soijavaluainen voitaisiin teoriassa korvata kotoisilla palkoviljoilla. Toisaalta on hyvä ymmärtää, että öljy- ja palkokasvien viljelyn yleistymisen johtaa väistämättä kasvinsuojeluriskien kasvuun, mitä ilmaston lämpeneminen edelleen

vahvistaa (Peltonen-Sainio 2013; Peltonen-Sainio & Niemi 2012). Talvien leudontuessa ja syksyn saateiden lisääntyessä kasvintuhoojien lisääntymisen riski kasvaa, jolloin myös satotappiot kasvavat (MMM 2010).

Myös uudet rehu­lähteet voivat lisätä ympäristöllistä kestävyttä. Tällä hetkellä suuri osa kasviproteiinista käytetään ihmisruoan sijaan eläinten rehuksi. Uusien eläinrehujen kehittäminen kasvavaan kysyntään vastaamiseksi on ympäristöllisen kestävyden näkökulmasta kriittinen tekijä. Jo nyt on olemassa monia innovaatioita liittyen uusiin rehu­tuotteisiin (esim. hyönteiset). Eläimet voivat hyödyntää sellaisia ravintolähteitä, joita ihmiskeho ei kykene sulattamaan, ja entistä enemmän tulisi kyetä tuottamaan rehua lähteistä, jotka eivät kilpaile ihmisravinnon tuotannon kanssa (Forum for the Future 2014). Proteiiniomavaraisuuden kasvattamiseksi on myös tehostettava proteiini­kiertoa. Tällä hetkellä globaalisti noin 30 prosenttia ruuasta menee hukkaan. Tämä proteiini­määrä olisi tärkeä saada käyttöön ihmisten terveyden lisäämiseksi ja ympäristövaikutusten vähentämiseksi (Forum for the Future 2014).

Forum for the Future (2014) mukaan pidemmällä aikavälillä on mahdollista kehittää proteiini­systemiä parantavia innovaatioita liittyen erityisesti vesiviljelyn kehittämiseen. Nykyään vesiviljely tuottaa yli 50 prosenttia kuluttajien käyttämästä kalasta maailmanlaajuisesti. Sen on arveltu olevan merenelävien tärkein lähde vuoteen 2030 mennessä kasvavan keskiluokan kysynnän ja villinä pyydetyn kalan ehtymisen myötä. Tästä syystä onkin radikaalisti kyettävä parantamaan vesiviljelyn kestävyttä ympäristövaikutukset minimoiden. Suomessa myös kotimaisella kalajauhon valmistuksella olisi kalan arvoketjussa positiivisia ekologisia vaikutuksia. Jos kalajauhon valmistus siirtyisi Tanskasta Suomeen, ei kalaa enää tarvitsisi kuljettaa autolla Pohjanlahdelta Tanskaan (Setälä ym. 2015). Raaka-aineen kuljetustarve on Suomessa huomattavasti pienempi kuin Ruotsissa.

Ravinnekuormituksen vähentäminen on edelleen Suomessa keskeinen tavoite. Itämeren kalasta valmistetun rehun käyttö olisi askel kohti ympäristöystävällisempää kalankasvatusta ja kiertotaloutta, koska Itämerirehua käyttävä kalankasvattaja ei lisää ravinteita Itämereen vaan kierrättää niitä. Pitkän aikavälin tavoitteena on, että elinkeino toimii Itämeren tasolla ravinneneutraalisti. Saaristomerellä on sijainninhjaussuunnitelmassa tunnistettu paljon vesialueita, jonne voidaan keskittää nykyistä isompia laitoksia ilman ravinne­pitoisuuksien merkittävää nousua. Itämerirehua käyttämällä siellä voitaisiin tuottaa 2 miljoonaa kiloa enemmän kalaa. RKTL, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT, nykyisin LUKE) ja Suomen ympäristökeskus (SYKE) tutkivat elinkaariarvioinnilla ympäristövaikutuksia vähentäviä kalankasvatusmenetelmiä ja totesivat Itämerirehun poistavan merestä enemmän ravinteita kuin mitä kasvatus kuormittaa; toisin sanoen kalankasvatus Itämeressä voi muuttua kuormitus­neutraaliksi (Setälä ym. 2015).

3. VALKUAISTUOTANNON LISÄÄMINEN UUSISTA LÄHTEISTÄ

3.1 Mikä on uutuutta ja mitä siitä seuraa?

Valkuaistuotannon uudet lähteet ovat suhteellinen käsite, jonka tarkempi määrittely riippuu tarkastelunäkökulmasta. On esimerkiksi arvioitu, että bioteknisesti Suomen oloissa tuotantokelpoisia ja täydennysproteiiniksi soveltuvia uusia kasvilajeja voisi olla useita, mutta näiden tuotannosta on vain vähän kaupallisia kokemuksia. Toisin sanoen uutuusarvo tulee tällöin tuotannon sosio-kulttuuristen käytänteiden, jalostustekniikoiden ja markkinainnovaatioiden synnyn ja muutoksen kautta. Toisaalta tietystä tuotteesta saattaa olla kokemusta rehuketjun osalta, muttei juurikaan kuluttajamarkkinoilta, mistä rypsiroteiini ja härkäpapu ovat hyviä esimerkkejä. Näin tulee näkyväksi, kuinka valkuaiskysymystä on syytä tarkastella useasta eri näkökulmasta kokonaisymmärryksen saavuttamiseksi.

Tiivistetysti voidaan sanoa, että uutuustuotteen on oltava bioteknisesti viljelykelpoinen, kestävyys-, maku- ja terveyskriteerit täyttävä, sosio-kulttuurisesti hyväksyttävä sekä taloudellisesti kannattava markkinatuote, jotta se tuottaa hankevision kaltaista muutosta Suomen valkuaisomavaraisuuskysymykseen. Tämän lisäksi on huomioitava poliittisen kontekstin vaikutus ruokaketjun toimintaan. Toisaalta myös Suomessa perinteisesti viljellyistä kasvilajeista on viime aikoina alettu jalostaa proteiinipitoisia tuotteita ihmisravinnoksi – erityisesti kaura on markkinanosteessa oleva laji niin kotimaisesti kuin kansainvälisestikin (HS 2016). Kaurajalosteet ovatkin hyvä esimerkki uusista valkuaislähteistä erityisesti kuluttajan näkökulmasta. Lisäksi muutokset käytetyissä kasvilajeissa, esimerkkinä täysjyvätuotteisiin siirtyminen, on kuluttajan kannalta merkityksellistä proteiinien kokonaiskulutuksen muutoksen suhteen (katso tarkemmin luku 4. "Valkuaistuotteiden kulutus").

*Määriteltäessä tämän tutkimuksen kannalta potentiaalisia uusia proteiinilähteitä on siten hyvä huomioida rehu- ja ihmisravintokysymyksen erilaiset kehystykset ja ongelmanasettelut. Rehukysymyksessä mielekkäintä on keskittyä nimenomaisesti vähän tuotetun kotimaisen täydennysrehun osuuden lisäämiseen, millä voitaisiin vastata omavaraisuus- ja kestävyysaasteisiin. Ihmisravinnon osalta vastaavaa vajetta kotimaisesta proteiinista ei nykyruokavaliossa ole, koska tämä tarve kyetään täyttämään eläinperäisillä tuotteilla. Eläinkunnan tuotteiden käyttöä tulisi kuitenkin terveys- ja kestävyysnäkökulmista vähentää ja korvata osin muun muassa kasviperäisillä tuotteilla, jolloin ongelmakysymys palaa tässäkin kotimaisten proteiinipitoisten kasvien tuotannon niukkuuteen. Ihmisravinnon osalta ei kuitenkaan puhuta pelkästään täydennysproteiinista vaan monipuolisesta kasvikunnan tuotteiden hyödyntämisestä, jolloin *kaikentyyppisten kestävästi tuotettujen proteiinilähteiden osuuden lisäämistä* voidaan pitää mielekkäänä.*

Viime kädessä voidaan kysyä, missä määrin uudet valkuaislähteet nähdään merkityksellisenä lisänä valkuaisen nykylähteiden käytön tehostamiseen suhteutettuna. Kysymykseen ei ole yksiselitteistä vastausta, sillä tämä on riippuvainen paitsi ongelmanrajauksesta myös siitä, minkälaisia valintoja Suomessa tehdään ruoantuotannon ja -kulutuksen suhteen vastaisuudessa. Voidaan kuitenkin todeta, että uusien valkuaislähteiden käytössä on nähtävissä paljon potentiaalia niin bioteknisestä, tuotantotaloudellisesta kuin ruoka- ja kulutuskulttuurin muutoksenkin näkökulmasta. Toisin sanoen uusien valkuaislähteiden myötä Suomen ruokajärjestelmän proteiiniomavaraisuus, kestävyys ja kulttuurinen kirjo voisi monipuolistua ja vahvistua selvästi eri tavoin kuin pelkästään nykylähteiden käyttöä tehostamalla.

3.2 Biotekniset tuotantomahdollisuudet

Uudet valkuaislähteet voidaan jakaa karkeasti viiteen kategoriaan: eläinperäiset (hyönteiset), vesitalouteen perustuvat (levät), viljakasvit (kvinoa, amarantti, tattari), öljysiemenkasvit (hamppu, pellava), palkokasvit (luppiini, soija, linssit ja pavut) sekä sienet. Nämä kaikki ovat tällä hetkellä Suomessa niin rehu- kuin ihmisravintotuotannon sekä paljolti myös kulutuksen osalta hyvin marginaalisessa asemassa.

Näillä valkuaislähteillä on kullakin omat ominaiset biotekniset ongelmakysymyksensä ratkottavina ennen kuin tuotantoa on mahdollista lähteä laajentamaan nykytilanteesta. Monelta osin lajikkeiden perustutkimus ja jalostus Suomen oloihin on vasta alkuvaiheessa, mutta kaikista tuotteista on toisaalta vähintään niin tutkimustietoa kuin käytännön tuotanto- ja käyttökokemusta jossakin päin maailmaa.

3.2.1 Hyönteiset

Hyönteisten rehu- ja ihmiskäyttöön kytkeytyy Euroopassa suuria odotuksia, sillä hyönteisiä pidetään erityisen ravitsemuksellisinä ja terveellisinä proteiinin lähteinä, minkä lisäksi niiden tuotanto voidaan toteuttaa moneen muuhun vaihtoehtoon verrattuna hyvin resurssitehokkaasti ja pienin ympäristövaikutuksiin (Verbeke ym. 2015; Makkar & Ankers 2014). Hyönteiskäytön yleistymiseen Euroopassa kytkeytyy turvallisuuskysymyksiä erilaisten tautien ja geenipoolin leviämisestä, minkä lisäksi niiden soveltuvuudesta tuotantoeläinten ruokavalioon on saatu vaihtelevia kokemuksia (emt.). Globaalisti hyönteiset kuuluvat lähes joka kolmannen ihmisen päivittäiseen ruokavalioon, ja käyttö perustuu enemmän kerättyihin kuin kasvatettuihin kantoihin (van Huis ym. 2013). Lisäksi hyönteisten käytöstä on melko pitkäjänteistä kokemusta erityisesti kalankasvatuksen rehuna (emt.).

Hyönteisten lajikirjo on hyvin runsas, ja alan tutkimus sekä tuotannon uhat ja mahdollisuudet siten myös tapauskohtaisia. Yleisesti voidaan kuitenkin sanoa, että teknologiset jalostusmenetelmät ovat Euroopassa toistaiseksi vasta kokeiluasteella (Verbeke ym. 2015). Haasteena on erityisesti laajamit-

taisten tuotantoprosessien kehittäminen kustannustehokkaasti (van Huis ym. 2013). Euroopassa tuotantoa on toistaiseksi käynnistetty niin rehuksi kuin kuluttajillekin kolmessa maassa: Englannissa, Hollannissa ja Belgiassa. Esimerkiksi Belgiassa tämä on tarkoittanut käytännössä noin kymmentä eri hyönteislajia (EFSA 2015).

Hyönteiset tarjoavat monenlaisia mahdollisuuksia muuttaa nykyisiä proteiinintuotannon ja -kulutuksen ketjuja: hyönteisiä voidaan käyttää niin rehuksi kuin ihmisravinnoksi, minkä lisäksi hyönteisten kasvatuksessa kyetään hyödyntämään esimerkiksi teollisuuden ja eläintuotannon sivuvirtoja, kuten teollisuuden jäteliemiä ja teurasjätteitä (Verbeke ym. 2015; van Huis ym. 2013). Hyönteistuotannon resurssitehokkuuseduksi voidaan laskea niiden suhteellinen riippumattomuus luonnonoloista verrattuna esimerkiksi kasvintuotantoon, missä Suomen viileä ja lyhyt kasvukausi asettuu epäedulliseen asemaan esimerkiksi Keski-Eurooppaan verrattuna. Toisin sanoen koska hyönteistuotanto tapahtuu paljolti suljetuissa systeemeissä, niissä voidaan hyödyntää hyvin monipuolisesti erilaisia raaka-aine- ja energia-panoksia, kuten teollisen tuotannon sivuvirtoja (esim. Kaukovirta-Norja ym. 2015).

3.2.2 Levät

Levien hyödynnystä koskee osin samankaltaiset määritteet kuin hyönteisiäkin, sillä ravitsemuksellisesti ne ovat proteiinikoostumukseltaan täydellisiä ja sisältävät runsaasti mikroravinteita, minkä lisäksi tuotantotehokkuudessa on monia hyötyjä verrattuna maatalouteen verrattuna: tuotannossa ei esimerkiksi tarvitse käyttää viljelykiertoja tai makeaa kasteluvettä, ja hyönteistuotannon tapaan ravintopanoksina voidaan hyödyntää esimerkiksi teollisuuden sivuvirtoja (Kovač ym. 2013).

Tällä hetkellä leviä käytetään maailmanlaajuisesti niin rehuksi kuin ihmisravinnoksikin, mutta hyödynnys keskittyy paljolti muutamiin lajeihin, ja merkittävää osaa leväfaunasta pidetäänkin potentiaalisten tuotantolajien näkökulmasta tutkimattomana (Kovač ym. 2013). Huomattava osa levistä päättyy nykyisin eri teollisuuden prosesseihin – ruoantuotannossa merkittävin käyttökohde on rehu vesieläinten kasvatuksessa, mutta myös maataloudessa on kokeiltu levärehun hyödynnystä (Kovač ym. 2013; Hemaiswarya ym. 2010). Levien käytön potentiaalia ihmisravinnoksi pidetään merkittävänä; tähän mennessä tuotanto on keskittynyt erityisesti kahteen mikrolevään: *Spirulinaan*, mitä on käytetty jo kauan ravintona Meksikon ja Afrikan alueilla, sekä *Chlorellaan*, joka on ollut tyypillinen osa ruokakulttuuria Aasiassa (Kovač ym. 2013).

Myös Euroopassa on rannikkoalueilla perinteisesti hyödynnetty levää niin ihmisravinnoksi kuin rehuksikin, mutta nykyisellään tuotanto on melko marginaalista ja käyttö painottuu elintarviketeollisuuden lisäaineiden valmistukseen, maatalouden ravinteisiin sekä jossain määrin myös rehuun (Netalgae 2012). Lisäksi vielä nykyisinkin merkittävin merilevän hyödynnys Euroopassa kytkeytyy luonnonvaraisten makrolevien keräämiseen eikä levätuotantoon, joka on vasta kokeiluasteella muutamassa maassa (emt.).

Suomessa leväntuotannon tai keräämisen aloittamisesta ei olla juurikaan käyty yhteiskunnallista keskustelua (Netalgae 2012), mutta tutkimuskokeiluja on tehty biopolttoaineiden ja rehuntuotannon saralta (SYKE 2013; VTT 2013). Esimerkiksi makrolevien keräyksellä ja tuotannolla voitaisiin saavuttaa Suomen oloissa monentyypisiä kestävyyshyötyjä, missä yhtenä erityiskysymyksenä on Itämeren rehevöitymiskehityksen hidastaminen (SYKE 2013). Keskeisiä bioteknisiä kysymyksiä tuotannon lisäämisen suhteen ovat tuotantotehokkaiden sekä myrkyttömien lajien jalostus sekä erityisesti maataloudessa kysymys leväravinnon soveltuvuudesta ihmisten ja kotieläinten ruokavalioon. Toisin sanoen levien korkea selluloosapitoisuus on erityisen haasteellista sekasyöjien ruoansulatusjärjestelmän toiminnalle (Kovač ym. 2013).

Toisaalta levien hyödyntämisestä kotieläinten rehuna on saatu ylipäättään lupaavia tuloksia tuotantoeläinten terveyden edistämisen näkökulmasta, minkä lisäksi niiden uskotaan voivan korvata muiden proteiinipitoisten rehujen tarvetta. Lisäksi nautakarja pystyy kuluttamaan huomattaviakin määriä levää ilman erityisiä ongelmia. Nykyisillä jalostusmenetelmillä leviä pystytään kuitenkin muokkamaan soveltuvaksi myös muille kuin märehitijöille. Yksimahaisesta erityisesti siipikarjan kasvatuksessa on saatu levien rehukäytölle hyviä tuloksia (Kovač ym. 2013; Becker 2007).

3.2.3 Pseudoviljat

Toistaiseksi lähinnä ulkomailla kasvatetut pseudoviljat *kvinoa*, *amarantti* ja *tattari* ovat kukin jonkin verran perinteisiä suomalaisia viljalajeja proteiini- ja hivenainepitoisempia, luontaisesti gluteenittomia ja valkuaisnäkökulmasta aminohappokoostumukseltaan viljoja monipuolisempia, minkä vuoksi ne soveltuvat myös täydennysrehuksi. Kuten viljakasveissa myös pseudoviljoissa hiilihydraattien suhteellinen osuus on korkea, mutta toisaalta viljakasvien suuren kulutuksen vuoksi niin rehu- kuin ihmisravinnoksi on pienilläkin proteiiniosuuksien muutoksella vaikutusta proteiinin kokonaissaantiin. Pseudoviljoista käytetään siemenet viljakasvien tapaan joko sellaisenaan tai jauhettuna, vaikka ne taksonomisesti kuuluvat ruokaviljoista erilleen. Amarantista kyetään lisäksi hyödyntämään vihreitä kasvinosia.

Etelä-Amerikasta kotoisin olevat kvinoa ja amarantti ovat lämpimän ilmanalan kasveja, ja ilmastollisesti kasvit ovat Suomen oloissa menestymisensä ääri rajoilla. Amarantin historiallinen merkitys ravintokasvina Etelä-Amerikassa on ollut huomattava, mutta kokemukset viimein ilmanalan kasvatuksesta ovat toistaiseksi marginaalisia. Kvinoan kylmänkestävyyttä ja ravinteiden hyödynnyskykyä pidetään jonkin verran amaranttia parempana, vaikka Suomen olosuhteissa kasvi on kasvukausi-, kasvu- paikka- ja ilmastovaatimuksiltaan vaateliias (Jacobsen 2003). Kvinoaa on kokeiluviljelty ja tutkittu Suomessa jo useiden vuosien ajan, minkä pohjalta on onnistuttu jalostamaan paikallisissa oloissa viljelykelpoista siemenkantaa. Tämän perusteella bioteknistä potentiaalia niin viljelyn lisäämiseen kuin kasvinjalostukseenkin on erityisesti Etelä-Suomen oloissa, jos ilmastollisista tekijöistä liiallinen kosteus ja viileys eivät pääse pilaamaan satoja (YLE 2013).

Aasian ja Venäjän alueelta kotoisin olevalla tattarilla on ollut perinteinen sija eurooppalaisessa ruokakulttuurissa, ja sitä on viljelty yleisesti myös Suomessa menneinä vuosisatoina. Sittenkin niiden tuotanto kuin kulutuskin ovat kuitenkin taantuneet nykyisten, satoisempien pääviljalajikkeiden myötä. Tattarin viljelytekniikan etuna on sen viihtyminen karussa ja ravinnepöyhässä ympäristössä, mikä on paitsi resurssi- myös ympäristöhyötykysymys (Keskitalo ym. 2007; Montonen & Kontturi 1997). Tattari myös edistää pölyttäjähönteisten kantoja ja edelleen luonnon monimuotoisuuden säilymistä. Toisaalta tattari on hyvin hallanarka kasvi, minkä lisäksi sen satoisuus voi vaihdella merkittävästi. Lisäksi jalostustekniikoiden monitahoisuus ja siementen luontainen gluteenittomuus hankaloittavat sen kannattavaa hyödyntämistä erilaisissa leivonnaistuotteissa.

Pääsyyinä tattarinviljelyn taantumiseen Suomessa on kuitenkin teollisten typpilannoitteiden kehitys 1950-luvulta alkaen, mikä teki resurssiniukkuuden näkökulman viljelyksessä tässä mielessä tarpeettomaksi (Rantakaulio 2014). Samalla myös satovarmojen tattarilajikkaiden jalostus on jäänyt muiden viljalajikkeiden kehityksen jalkoihin. Ympäristö-, terveys- ja resurssitehokkuusnäkökulmien uusi tuleminen on kuitenkin tekemässä tattarista uudelleen potentiaalista viljelykasvia Suomen oloihin (Rantakaulio 2014; Keskitalo ym. 2007).

3.2.4 Öljykasvit

Hamppu on monikäyttöinen hyötykasvi, mutta proteiinintuotannon näkökulmasta kiinnostuksen kohteena ovat sen tuottamat, aminohappokoostumukseltaan täydelliset siemenet, minkä lisäksi siementen öljykoostumusta pidetään terveysvaikutuksiltaan erityisen hyvälaatuisena.

Hampua, kuten tattariakin, viljeltiin vielä laajalti Suomessa 1940-luvulle saakka, minkä jälkeen se vähitellen marginalisoitui. Tuotannon taantuminen liittyy uusien, satoisempien tuotantolajikkeiden kehittämiseen ja samanaikaisesti viljelijöiden keskuudessa hampun koettuun huonoon satovarmuuteen, hankalaan käsittelyyn ja epäilyttävään maineeseen huumausainekasvina (Norokytö 2010). Toisaalta vaikka hamppu edellyttääkin ravinteikasta kasvualustaa, sen satoisuus voi olla oikeilla viljelytekniikoilla kilpailukykyinen esimerkiksi Keski-Euroopan tuotantosysteemien kanssa (emt.). Suomen oloihin kehitetty FINOLA-lajike on niittänyt mainetta myös ulkomailla, mutta kasvinjalostusta tulisi satoisuuden lisäämiseksi kuitenkin edelleen kehittää (Finola 2016).

Toinen merkittävää tuotantopotentiaalia omaava öljysiemenkasvi Suomen oloissa on pellava, jossa siinäkin kiinnostuksen kohteena ovat *öljypellavan* ravintorikkaat siemenet. Pellavan tuotannolla on Suomessa pitkät perinteet, mutta nämä liittyvät ensisijaisesti kuitupellavaan ja edelleen vaatetuotantoon, mikä sekin on viime vuosikymmeninä selvästi marginalisoitunut. Myös öljypellava menestyy verrattain hyvin Suomen kasvuoloissa – se on kylmänkestävä, vuoroviljelyyn soveltuva kasvilajike, joka tulee toimeen vähäravinteisessa maassa lähes ilman torjunta-aineita, mutta edellyttää pitkää kasvukautta (Öljypellavan viljelyopas 2010). Pellavan terveyshyödyt vertautuvat paljolti hamppuun, mutta valtaosa kotimaisesta pellavasta menee tällä hetkellä muuhun kuin ravintokäyttöön. Kokonaisuutena kysyntä onkin

tällä hetkellä tarjontaa suurempaa (Maaseudun tulevaisuus 2013). Tuotannon lisäämisen biotekniset ongelmat liittyvät kasvin koettuun hankalaan puintiin ja käsittelyyn (emt.).

3.2.5 *Palkokasvit*

Ilmastonmuutos ja kasvinjalostus voivat pitkällä aikavälillä muuntaa Suomen viljelyolot suotuisimmiksi soijalle ja muille tällä hetkellä lämpimimmillä ilmastovyöhykkeillä viihtyville palkokasveille, mutta lyhyemmällä aikavälillä Suomen oloissa ehkäpä lupaavinpana uutena palkokasvina voidaan pitää lupiinin ruokakasviksi jalostettua lajiketta, *makealupiinia*. Se on typensitojakasvi ja siten lannoitus-tarpeen näkökulmasta hyvin resurssitehokas.

Proteiinipitoista makealupiinia hyödynnetään erityisesti Australiassa soijaa korvaavana rehu-kasvina ja viljelynkierron osana, mutta Suomessa viljely on ollut toistaiseksi vähäistä. Syyksi on epäilty vähäistä tietopohjaa lupiinin hyödyistä niin ruokaketjun tuotanto- kuin kulutuspäässä – esimerkiksi satovarmuudesta ei Suomen oloissa ole juurikaan tutkimusnäyttöä (Maaseudun tiede 2009). Toisaalta makealupiini ei ole maaperän viljavuutta ajatellen vaatelas kasvi, ja sen tekninen jatkokäsittely on myös melko helppoa. Se soveltuu myös bioteknisesti verrattain hyvin tuotantoeläinten täydennysre- huksi (Peltonen-Sainio 2013).

Yleistä kiinnostavuutta makealupiinia kohtaan voi jarruttaa myrkyllisten villilupiinien aiheuttama negatiivisen vieraslajivaikutus. Toisaalta makealupiinilla on havaittu olevan allergisoivia vaikutuksia, vaikka sitä käytetäänkin jo laajalti elintarviketeollisuudessa lisäaineena (Hieta ym. 2010).

3.2.6 *Sienet*

Sienten monipuolinen hyödyntäminen on liki ikaikainen ilmiö ravintokäyttö mukaan lukien. Proteiinia sienet sisältävät usein absoluuttisesti niukasti mutta suhteellisesti runsaasti, ja toisaalta sienistä kye- tään eristämään proteiinia siinä missä esimerkiksi öljysiemenkasveistakin. Mykoproteiinista valmis- tettuja tuotteita onkin viime vuosina tullut myös kuluttajamarkkinoille (katso luku 4. "Valkuaistuottei- den kulutus").

Tuotannollisesti ainoastaan lahottajasieniä kyetään tällä hetkellä viljelemään, mutta niidenkin osalta lajikirjo on huomattava. Sienten ravintosisällöissä on vastaavasti vaihtelua. Tuotantoteknisesti sieniviljely vertautuu tietyiltä osin hyönteistuotantoon, sillä potentiaali erilaisiin teollisuuden sivuvir- tojen ja orgaanisten jätteiden hyödynnykseen on huomattava. Tällä hetkellä laajamittaisia tuotan- tosystemejä on tässä suhteessa kehitetty lähinnä Kiinassa (Zhang ym. 2014).

Toisaalta eri materiaalivirtojen hyödyntämistä voidaan kehittää myös avoimissa systeemeissä esi- merkiksi metsätalouteen kytkeytyen. Perinteisesti sienten hyödyntäminen on kytkeynyt villeihin sieni- kantoihin ja yksittäisten arvolajien, kuten tryffelien, kasvatukseen (Mosquera-Losada ym. 2009). Puu- ainesta hyödyntävien sieniviljelmien uskotaan kuitenkin voivan olla tätä selvästi satoisampaa ja kus-

tannustehokkaampaa toimintaa (Zhang ym. 2014). Koska viljeltävät sienet tarvitsevat puuainesta lahoutuksen kasvualustaksi, toiminnalla on potentiaalisesti hyötyä myös metsien monimuotoisuuden lisäämiselle, sillä lahopuun määrää talousmetsissä pyritään lisäämään luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi. Suomessa alan tutkimusta ja kokeilua on tehty toistaiseksi verrattain niukasti.

3.3 Poliittinen toimintaympäristö

Uusien proteiinilähteiden tuotannon politiikkasidos vaihtelee huomattavasti. Talouspoliittisesti kaikki tuotanto on vahvasti kytköksissä *maatalouspolitiikkaan*, joskin *kestävyyspoliittisen* kehityksen painoarvo on ollut kasvussa (Niemi ym. 2013), mikä tullee tukemaan myös uusien proteiinikasvien viljelyä pitkällä aikavälillä. Tämä nähdään myös keskeisenä kysymyksenä uusien tuotantomuotojen juurruttamiselle: muun muassa start up -rahoituksilla ja ympäristöperustaisten tukien suhteellisilla osuuksilla on muutoksessa merkittävä rooli (Kaukovirta-Norja ym. 2015; Netalgae 2012). Muutoksessa on kyse myös uusien valkuaislähteiden tuotannon tukemisesta ihmisravinnoksi suhteessa olemassa olevaan, ensisijaisesti eläinperäiseen proteiinituotantoon. Esimerkiksi tiettyjen palko- ja öljykasvien viljelyyn tarkoitettuja erityistukia on kokeiltu EU:ssa viime vuosina, mutta näiden suhteellinen merkitys tukijärjestelmän kokonaisuudessa on toistaiseksi vähäinen (MMM 2010).

Elintarviketurvallisuuden näkökulmasta vahvin poliittinen sääntely liittyy tällä hetkellä hyönteisten tuotantoketjuun (Verbeke ym. 2015; Makkar & Ankers 2014). Esimerkiksi EU-alueella hyönteisten laajamittainen hyödyntäminen niin rehuksi kuin ihmisravinnoksi on ollut lainsäädännöllisesti vapautumassa vasta viime vuosien aikana. Vaikka hyönteisten tuotanto ja kulutus ei sinällään ole kiellettyä EU:ssa, uusia elintarvikkeita koskeva lainsäädäntö on monitasoinen ja tiukka, minkä vuoksi markkinoita ei käytännössä ole päässyt vielä syntymään Hollantia, Belgiaa ja Englantia lukuun ottamatta. Näissä maissa tiettytyypiset hyönteistuotteet on kyetty sallimaan kansallinen lainsäädännön turvin. On kuitenkin odotettavissa, että tuotetestauksen ja uusien turvallisuus- ja terveysstandardien muuttumisen jälkeen poliittinen ja lainsäädännöllinen tahtotila hyönteisten hyödyntämiselle muuttuu laajassa mittakaavassa selkeästi nykyistä myönteisemmäksi. Keskeisenä erona levien ja hyönteisten välillä on hyönteisten eläinperäisyys, mikä saattaa nostattaa keskustelua tuotannon yhteiskunnallisesta haluttavuudesta (katso luku 4. "Valkuaisuotteiden kulutus").

Mainittu uuselintarvikelaki koskee periaatteessa kaikkia EU-alueella vuoden 1997 jälkeen käyttöön otettuja tuotteita, mutta muiden, edellisissä osaluvuissa käsiteltyn uusien valkuaisainelähteiden osalta uutuusarvo ei tässä mielessä täyty tiettyjä levälajeja lukuun ottamatta (Novel food catalogue 2016). Toisin sanoen uutuus rakentuu ennemmin tuotantotekniikoista ja tuotejalostuksesta kuin tuotteista sinänsä.

3.4 Markkinat ja innovaatiot

Suurin osa uusista proteiinilähdetuotteista on markkinoilla vasta kokeiluvaiheessa. Niiden kasvua rajoittavina tekijöinä on pidetty muun muassa ruokaturvaan liittyviä lainsäädännöllisiä esteitä, bio-teknologisen osaamiseen puutteita satovarmojen, turvallisten ja ravintokäyttöön soveltuvien tuotteiden jalostamiseksi, eri tuotantoympäristöjen (kuten Suomen erityisolujen) huomiointia alkutuotannon tutkimuksessa sekä ruokakulttuurisesti niukkoja käyttökokemuksia (esim. Rantakaulio 2014; Netalgae 2012; Norokytö 2010). Myös työvoimakustannukset voivat olla suhteessa korkeita tietyillä aloilla, kuten merilevän mekaanisessa keruussa (Netalgae 2012). Mainituista syistä myös useiden tuotteiden kotimaiset tuotantokustannukset ovat toistaiseksi suhteessa korkeat esimerkiksi Aasian ja Etelä-Amerikan tuotantoon verrattuna (Zhang 2014; SYKE 2013). Markkinoiden synnyttäminen edellyttääkin useiden ruokaketjun toimijoiden sitouttamista muutokseen.

Tuottajien näkökulmasta kuluttajamarkkinoiden esteet ovat paitsi vakiintumattomissa tuotantokäytänteissä myös ruokakulttuurissa. Riskinottoa tuotannon laajentamiseen ei välttämättä haluta tehdä markkinoiden ohuuden pelossa, mikä koskee erityisesti ruokakulttuurissamme vieraita tuotteita, kuten hyönteisiä, merilevää ja kvinoaa. Tässä suhteessa huomattavampaa kuluttajakysyntää nauttivat muun muassa tattari ja pellava, joiden osalta kotimainen tuotanto ei nykyisellään kykenekään täysin vastaamaan kysyntään. Toisaalta on myös huomioitava, kuinka esimerkiksi hyönteistuotantoa kohtaan osoitetaan voimakasta pioneerikiinnostusta niin tuotanto- kuin kulutusnäkökulmistakin (Verbeke ym. 2015; Schösler ym 2012).

Kaupan ja kuluttajan näkökulmista kotimaisen raaka-aineen niukka saatavuus sekä tuoteinnovaatioiden puute ovat puolestaan keskeisiä jarruttavia tekijöitä monien tuotteiden markkinoiden kehitykselle. Tämän perusteella jalostuksen rooli voisi nousta keskeiselle sijalle, mikä samanaikaisesti sisällyttäisi sekä kuluttajaymmärryksen että jakaisi osaltaan tuotannossa koettua riskiä.

3.5 Arvot ja sosio-kulttuuriset käytänteet

Uusiin tuotantomuotoihin siirtymiseen kytkeytyy edellä kuvatun mukaisesti merkittäviä teknis-taloudellisia riskejä sen suhteen, kuinka uusien proteiinilähteiden satovarmuus ja kuluttajakysyntä saadaan taloudellisesti kannattavalle tasolle. *Toisaalta siirtymä edellyttää joka tapauksessa aina jonkin mittaista kokeilukautta, kunnes uudet tuotantokäytännöt vakiintuvat ja soveltuvuus paikallisiin tuotanto-olosuhteisiin tulee ilmi.* Tämä tuo näkyväksi sen, että uusien tuotantomuotojen tulee olla myös kulttuuristen käytänteiden suhteen hyväksyttäviä ja toteuttamiskelpoisia.

Yleisesti ottaen alkutuotannossa ei sinällään vierasteta uusien proteiinilähteiden kokeilua, mutta toisaalta myös perinteisiä tuotantotapoja arvostetaan ja uusiin tuotantomuotoihin voidaan suhtautua penseästi, mistä hyönteiset ja hamppu ovat hyviä esimerkkejä (esim. Verbeke ym. 2015; Norokytö

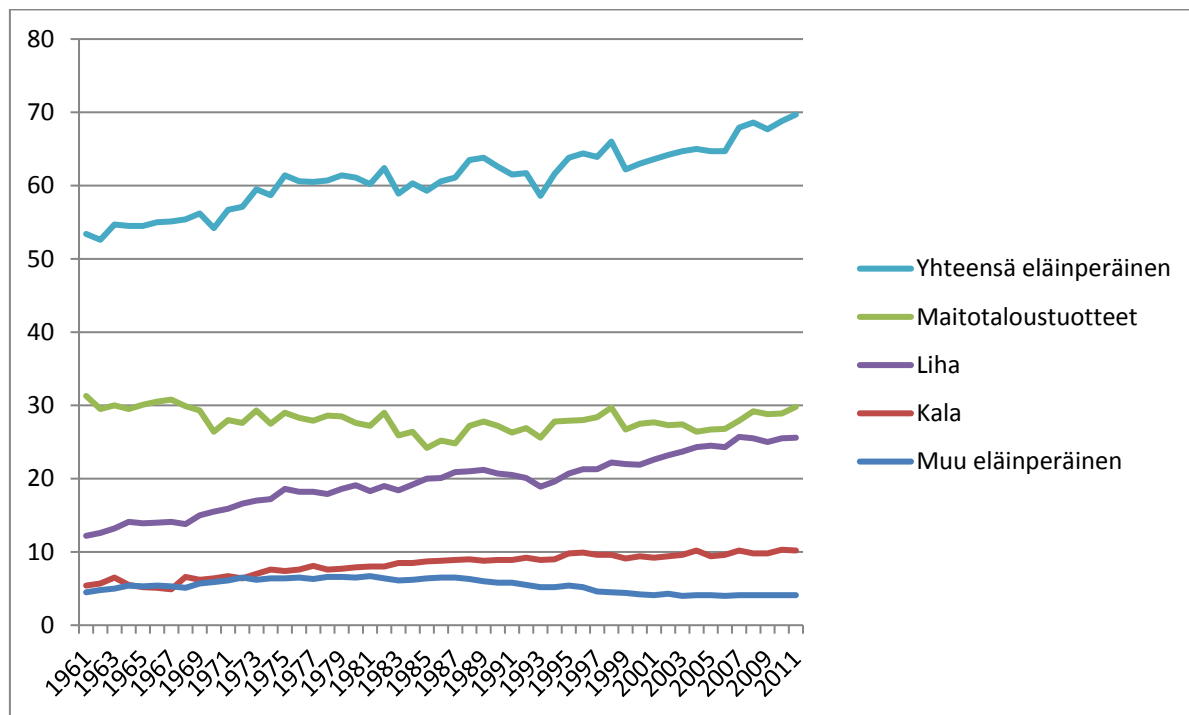
2010). Tutkimuskirjallisuuden käytännön tason näkökulma uusien tuotantomuotojen vakiinnuttamiseen on kuitenkin usein hyvin biotekninen, mikä hankaloittaa sosio-kulttuuristen merkitysten arviointia, mutta saattaa toisaalta kuvata sitä, ettei näitä ole välttämättä nähty erityisen keskeisinä tekijöinä muutoksessa.

4. VALKUAISTUOTTEIDEN KULUTUS

4.1 Suomi kuluttaa

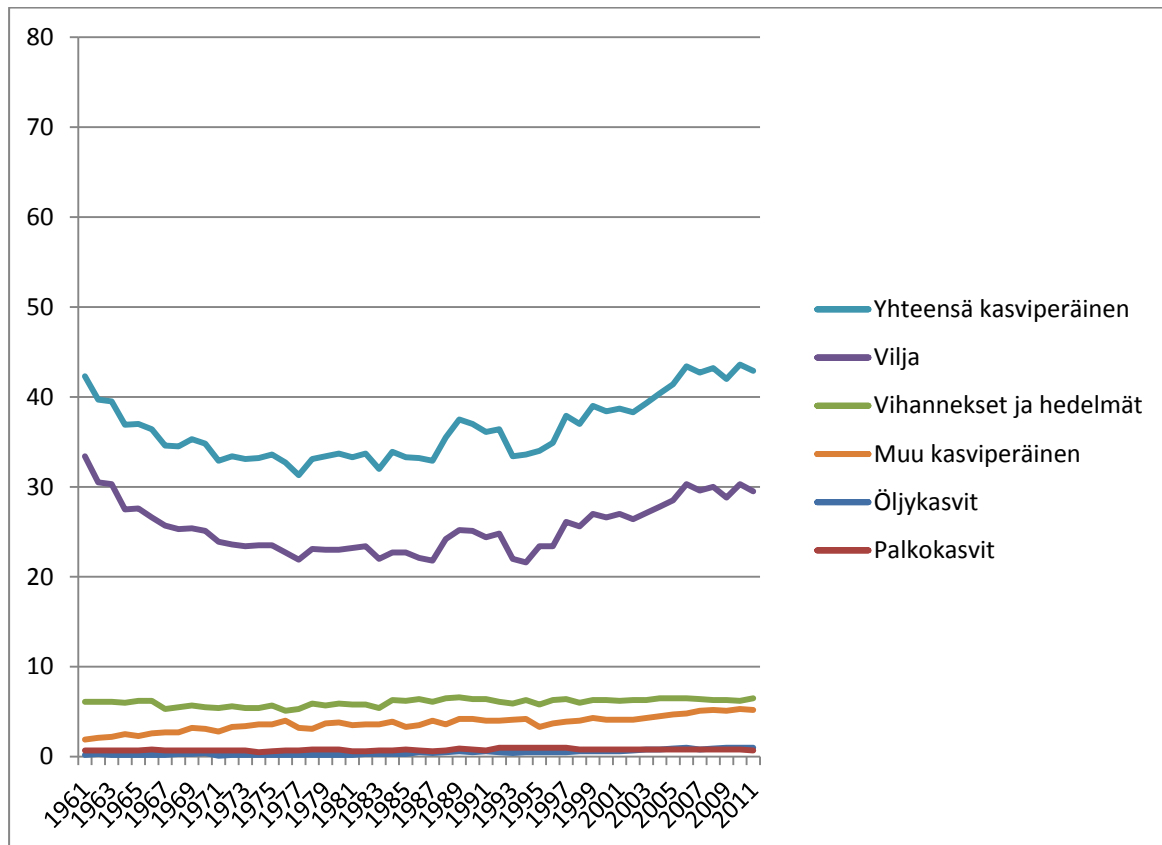
Proteiinipitoisten tuotteiden kulutusmuutosten merkittävin trendi Suomessa koskee eläinperäisten tuotteiden kulutuksen voimakasta kasvua viimeisten vuosikymmenten aikana: esimerkiksi lihankulutus henkilöä kohti on yli kaksinkertaistunut vuosien 1961–2011 välillä (FAOSTAT 2011). Lihankulutuksen kasvun taustalla on nähty perinteinen arvostus eläintuotteita kohtaan ja toisaalta niiden tuotannon tehostumisesta ja maatalouspoliittista tuista johtuva edullisen tarjonnan lisääntyminen 1950-luvulta lähtien. Nämä tuotteet ovat olleet myös vahvasti osana kansanterveyspolitiikkaa ravitsemissuosituksista ja joukkoruokailusta lähtien (katso luku 4.2 ”Suomalainen ruokakulttuuri ja kestävyys”).

Kokonaisuutena suomalaisten proteiinin kulutus on kasvanut vuoden 1961 noin 95 grammasta henkeä kohti päivässä vuoden 2011 noin 113 grammaan henkeä kohti päivässä, mikä selittyy edellä mainitun mukaisesti lihasta sekä jossain määrin myös kalasta saadun proteiinin huomattavalla kasvulla (kuvio 4). Tällä hetkellä eläinperäiset elintarvikkeet muodostavatkin laskentatavasta riippuen noin 60–75 prosenttia suomalaisten proteiininkulutuksesta (Helldán 2013; FAOSTAT 2011). Maitotaloustuotteet muodostavat merkittävän osan proteiinin kokonaiskulutuksesta ja niiden kulutus on säilynyt pitkään melko vakaana (kuvio 4).



Kuvio 4. Eläinperäisen proteiinin kulutus (grammaa/henkilö/päivä) Suomessa vuosina 1961–2011 (FAOSTAT 2011).

Edellä tarkastellulla aikavälillä kasviproteiinin kulutus on puolestaan seurailut melko lailla vilja-
tuotteiden proteiinkulutuksen muutoksia: havaittavissa on laskua 1960-luvulta lähtien, jolloin lihan-
kulutus kääntyi nousuun. Viljaproteiinin kulutus on kuitenkin uudelleen lisääntynyt 1990- ja 2000-
luvulla, mikä voi osaltaan selitettyä täysjyväviljatuotteisiin siirtymisellä – toisaalta kuluttajalähtöisissä
tilastoinneissa viljan osuudeksi proteiinsaannista on saatu selvästi maltillisempia lukemia (Helldán
ym. 2013). Muiden kasviproteiinien lähteiden kulutuksen osuus kokonaiskulutustilastoissa on puoles-
taan vielä nykypäivänäkin vaatimatonta (kuvio 5).



Kuvio 5. Kasvipерäisen proteiinin kulutus (grammaa/henkilö/päivä) Suomessa vuosina 1961–2011 (FAOSTAT 2011).

Niin proteiinin kokonaiskulutus kuin eläinperäisen proteiinin osuus tästä on väestötasolla sekä ter-
veys- että ympäristönäkökulmista ongelmallisen korkealla tasolla (VRN 2014). Eläinperäisten tuotteiden
korkea kulutus ja intensiivinen tuotanto kytkeytyvät myös kysymyksiin tuotantoeläinten eettisestä
asemasta ja hyvinvoinnista (Kupsala ym. 2011). Lisäksi eläinperäisten tuotteiden korkeasta omavarai-
suusasteesta huolimatta kotimaisen valkuais(rehu)tuotannon määrä on vähäinen, minkä vuoksi oma-
varaisuusteema kytkeytyy kiinteästi myös kulutuskielisiin. Seuraavassa tarkastellaan suomalaista
ruokakulttuuria ja kulutusympäristöä sekä näiden muutosta eri kestävyyskysymysten valossa.

4.2 Suomalainen ruokakulttuuri ja kestävyys

Vaikka edellä on kuvattu sitä tuotekenttää, joka proteiininäkökulmasta on kulutuksessa keskeinen, ruokakulttuurisesta näkökulmasta kyse on paitsi eri ravintoaineista koostuvasta kokonaisuudesta, myös erilaisten sosiaalisten ja identiteettiin kytkeytyvien merkitysten ja käyttökokemusten kohteesta. Siksi *myös kulutuskysymystä on perusteltua tarkastella systeemisestä näkökulmasta*, missä yhden tekijän muutos muuttaa muun järjestelmän tasapainoa. Esimerkkinä mahdollinen siirtyminen ruokavaliossa verrattain rasvaisesta sianlihasta vähärasvaisiin papuihin muuttaa paitsi proteiinin lähdettä ja koostumusta myös rasvan ja hiilihydraattien määrää ruokavaliossa, ellei muita muutoksia tehdä. Kerrannaisvaikutukset puolestaan tuovat oman lisänsä siihen, miten ruokavalion kokonaisuutta voidaan ylipäättään hahmottaa.

Samalla tavoin myös olemassa olevat ruokakulttuuriset käytänteet asettavat rakenteelliset lähtökohdat kulutuksen muutokselle. Nämä käytänteet muuttuvat tyypillisesti hitaasti, mutta toisaalta tuttuihin kehyksiin voidaan omaksua nopeastikin uusia vaikutteita. Tällä on selitetty esimerkiksi pizzan ja sushin hyväksymistä osaksi suomalaista ruokakulttuuria, sillä erilaiset piirakka- ja kalatuotteet ovat kuuluneet pitkään suomalaiseen ruokapöytään (Mäkelä & Niva 2016; Sillanpää 1999). Näin ollen *myös uudet proteiininlähteet voivat tulla nopeastikin osaksi kuluttajakäytänteitä, jos niille löytyy sovelias kulttuurinen lokero*. On esimerkiksi mahdollista, että lihapulliin voitaisiin vastaisuudessa lisätä hyönteisjauhoa tai leipätaikinaan härkäpapua – näistä jälkimmäistä onkin jo tähän mennessä kokeiltu (HS 2014).

Suomalaista ruokakulttuuria voidaan kansainvälisistä vaikutteista ja esimerkiksi kaupunkikeskusten vilkkaasta ravintolakulttuurista huolimatta pitää melko perinteisenä ja hitaasti muuttavana (Sillanpää 1999). Tämä ei silti tarkoita, ettei muutoksia olisi historiallisesti tapahtunut – proteiinituotteiden osalta merkittävin lähivuosikymmenien siirtyminen on ollut nähtävissä lihatuotteiden kulutuksen voimakkaana kasvuna, minkä lisäksi myös muiden eläinperäisten tuotteiden kulutus on selvästi lisääntynyt. Samalla kasvukunnan tuotteiden käyttö proteiinipitoiset tuotteet mukaan lukien on ollut suhteellisen vähäistä.

Toisaalta myös esimerkiksi hedelmien ja muiden vihannesten kulutus on viime vuosikymmeninä vähitellen kääntynyt nousuun siinä missä maitotaloustuotteissa on pitkällä aikavälillä tapahtunut siirtymää kohti vähärasvaisempia vaihtoehtoja (Helldán ym. 2013). Myös punaisen lihan kulutus on edellä kuvatun mukaisesti tasaantunut, ja tällä hetkellä lihankulutuksen kokonaiskasvu tulee lähinnä vaalean siipikarjanlihan kulutuksesta (FAOSTAT 2011). Suomalaisen ruokakulttuurin historia on siis ollut vielä joitain vuosikymmeniä sitten kokonaisuutena nykyistä selvästi kasvispainotteisempi. Näin ollen tulevaisuuden muutoksia voidaan myös hahmottaa pohtimalla mahdollisuutta hyödyntää vanhoja, jo osittain unohtuneita käytänteitä (Sillanpää 1999).

Kuvattujen pitkän aikavälin muutosten taustalla on nähty vaikuttavan perinteinen arvostus eläinperäisiä tuotteita kohtaan. Näiden tuotteiden niukka saatavuus ja korkeat tuotantokustannukset rajoittivat kulutusta kuitenkin vielä maailmansotia edeltäneitä aikoina. Näin ollen yleinen elintason nousu, yhteiskuntien vaurastuminen ja ruuantuotantojärjestelmän modernisaatio ovat rakentaneet eläinperäisten tuotteiden kulutuksen kasvulle otollista maaperää (Franklin 1999). Toisaalta tämän muutoksen rinnalla on pitkään kulkenut myös vahva terveystietoisuuteen ja -kasvatukseen kytkeytyvä kehityspolku, missä kansalaisten ruokavalintoihin on muun muassa pyritty vaikuttamaan aktiivisesti esimerkiksi valistuksella ja työpaikka- ja kouluruokailun tukemisella. Vähärasvaisten vaihtoehtojen ja kasvien suosimisen lisääntyminen voidaankin nähdä paitsi *terveyspolitiikan myös yleisen terveystietoisuuden ja ruokaharrastuksen voimistumisena*, jolloin ihmiset ovat entistä kiinnostuneimpia ruoasta ja myös valmiita panostamaan laadukkaisiin vaihtoehtoihin (Massa ym. 2006).

Ympäristönäköksymykset ovat toistaiseksi hakeneet kuluttajanäkökulmasta vasta paikkaansa ruokakäytöksen kentällä. Tällä hetkellä on viitteitä siitä, että ympäristöteemat voisivat liittyä jo olemassa oleviin terveystietoisuuteen, ja esimerkiksi uusissa ravitsemussuosituksissa kannustetaan lihankulutuksen vähentämiseen niin terveys- kuin ympäristösyistäkin (VRN 2014). Myös yleinen keskustelu ja tietoisuus lihan ympäristövaikutuksista on vähitellen lisääntynyt länsimaissa Suomi mukaan lukien (esim. Pohjolainen & Tapio 2016; Austgulen 2014), ja esimerkiksi kouluun viime vuosina lanseerattuja kasvisruokapäiviä on perusteltu lähtökohtaisesti eri kestävyysnäkökulmilla (Wahlen ym. 2012).

Yksi kestävyyskysymyksiin ja proteiininkulutukseen kiinteästi kytkeytyvä näkökulma liittyy *tuotantoeläinten yhteiskunnalliseen asemaan*. Tätä tarkasteltaessa huomataan, kuinka kuluttajat suhtautuvat tuotantoeläinten hyvinvoinnin nykytilaan selvästi tuottajia kriittisemmin (Pirchner 2016; Kupsala ym. 2011), mikä tekee aiheesta poliittisen määrittelykamppailun kohteen ja nostaa muun muassa esiin kysymyksen kuluttajan toimintarajoista ja vaikutusmahdollisuuksista siinä missä tuottajienkin kyvystä toteuttaa taloudellisia lisäkuluja ja tietotaitoa vaativia eläinten hyvinvointiratkaisuja. Voidaan kysyä, missä määrin tällaista arvokysymyksenasettelua halutaan jättää pelkästään markkinoiden ratkaistavaksi – käytännössä kehitys on viime aikoina kulkenut tähän suuntaan (Gjerris ym. 2016; Pirchner 2016).

Markkinanäkökulmasta eläinten hyvinvointiin liittyvä tuotannon eettinen standardointi ja jatkuva kehitys voisi lyhyellä aikavälillä nostaa kuluttajahintoja mutta tarjota pidemmällä aikavälillä vakaamman markkinatilanteen ja vankemmat eettiset toimintaperiaatteet alalle. Eettiset syyt voivat toisaalta saada osan kuluttajista luopumaan epäeettisiksi kokemistaan lihatuotteista kokonaan (Pirscher 2016). Toisaalta tuotantoeläinten hyvinvointia säädellään hyvin pikkutarkasti, käytännössä säännökset ovat myös maataloustukien saamisen edellytyksenä (ns. täydentävät ehdot) ja niitä myös valvotaan laajasti. Kuluttajille on myös jo tarjolla erilaisiin tuotantotapoihin liittyviä vaihtoehtoja esim. kananmunissa ja laajemmin luomu-tuotannon muodossa.

Edellä käsitelty koskee erityisesti kulutustuotteita, eikä niinkään muutoksia rehukäytänteissä, jotka eivät sellaisenaan ole kuluttajalle näkyviä muutoksia. Toisaalta on havaittu, että esimerkiksi kalankasvatuksessa käytetystä rehusta riippuen lopputuotteeseen saattaa muodostua muun muassa erityyppisiä makuja, jotka voidaan kokea haitallisiksi.

Toinen kysymys rehuvalintojen merkityksellisyydestä kuluttajalle liittyy keskusteluun ruokaketjun läpinäkyvyydestä sekä eettisistä periaatteista. Esimerkiksi hyönteisrehun laajamittaiseen rehukäyttöön linkittyy muun muassa kulttuurisia näkökulmia, joissa tulee esiin myös ruokaketjun toiminnan läpinäkyvyyden aste. Toisin sanoen ketjun muut osat eivät välttämättä ole tietoisia rehuotannon käytänteistä, minkä vuoksi keskustelua haluttavista kulutustuotteista on vaikea käydä. Kuluttajien onkin havaittu olevan melko varauksellisia hyönteistuotteiden ravintokäyttöä kohtaan (esim. Schösler ym. 2012) ja myös hyönteisten rehukäyttöön tunnistetaan liittyvän erityyppisiä riskejä (esim. Makkar & Ankers 2014). *Kuluttajan on vaikea tunnistaa rehuketjua lopputuotteen perusteella.* Tämä voi ylläpitää vallitsevaa tilannetta, missä esimerkiksi kulttuurista arvokeskustelua tuotantoeläinten asemasta yhteiskunnassa tai laajempaa kestävyyskeskustelua on vaikea synnyttää. Esimerkiksi hyönteis keskustelussa korostuvatkin usein terveellisuuden ja ympäristömyönteisyyden teemat, jolloin hyönteisten käyttö määrittynyt tuoteominaisuuksien perusteella ja vertautuu näin lähinnä laadullisesti vaihtoehtoihin, kasvisperäisiin tuotteisiin.

4.3 Kuluttaja-asenteet, arkikäytänteet ja muutos

Kestävyiden eri ulottuvuuksien välillä voidaan nähdä selkeitä synergiahyötyjä, mikä näkyy myös kuluttajanäkemyksissä – muun muassa LOHAS-kuluttajasegmentissä (Lifestyles of Health and Sustainability), jossa on kiinnostusta ja halukkuutta uusiin kokeiluihin (Aschemann-Witzel 2015). On esitetty, että tämä kuluttajien etujoukko kuluttaisi jo tällä hetkellä melko terveys- ja ympäristömyönteisesti ja korvaisi lihaa monipuolisesti kasvipärisillä tuotteilla. Sen sijaan kuluttajien suuri joukko on toistaiseksi tehnyt vähemmän muutoksia juuri proteiininäkökulmasta, millä voidaan osaltaan selittää lihan kokonaiskulutuksen vakaata, korkeaa tasoa. On jopa viitteitä päinvastaisesta ilmiöstä muiden eläinperäisten tuotteiden, kuten voin ja maitorahkojen osalta, joissa kulutus on viime aikoina käänntynyt nousuun (Helldán ym. 2013; FAOSTAT 2011). Tätä voidaan hahmottaa proteiini- ja rasvamyönteisen terveyst keskustelun voimistumisella, jolla on yhteyksiä muun muassa kuntoilun sekä karppauksen tyyppisiin elämäntapavalintoihin. On myös viitteitä siitä, että osa kuluttajista syö lihaa huomattavia määriä, mikä on sosio-demografisesti kytköksissä muun muassa miehiin ja alempiin sosiaaliryhmiin sekä mahdollisesti perinteisyyttä arvostavaan elämäntapaan (Pohjolainen ym. 2015; Helldán ym. 2013). Proteiinikysymyksessä on siten havaittavissa erilaisia kehityssuuntia, jotka voivat olla myös eri kuluttajaryhmiä läpileikkaavia.

Toisaalta puhuttaessa kulutuskäytänteiden muutoksista kokonaisuutena esiin nousee tyypillisesti laajalle levinnyt kiinnostus kasvien käytön lisäämiseen ja vastaavasti lihankulutuksen vähentämiseen erityisesti terveys- mutta myös ympäristö- ja eläineettisistä syistä (de Boer ym. 2014; Latvala ym. 2012; Lea ym. 2006). Huomattava osa kuluttajista on alustavasti kiinnostunut siirtymään kohti nykyistä kasvispainotteisempaa ruokavaliota. Kuluttajanäkökulmasta muutosta ei siten nähdä niinkään periaatteellisesti ongelmallisena vaan ennemmin käytännön tasolla vaikeasti toteutettavana muutoksena. Tämä tuo näkyväksi sen, kuinka kulutusvalinnat perustuvat paitsi asenteisiin ja arvoihin myös tietotaitoon käytännön toiminnasta sekä siihen materiaaliseen todellisuuteen, missä kulutus tapahtuu (O’Keefe ym. 2016; Shove ym. 2012). Kuluttajat kokevat esimerkiksi osaavansa valmistaa huonosti maukkaita ja ravitsevia kasvisruokia, eikä raaka-aineiden saatavuutta taikka taloudellisia saati ajallisia resursseja nähdä useinkaan riittävinä (Lea ym. 2006). Toisin sanoen kuluttajat kaipaavat usein ensi sijassa maukasta, vaivatonta ruokaa, joka perustuu jokseenkin tutuiksi ja hyväiksi havaittuihin tuotevaihtoehtoihin. *Jos tällaisia kasvis-, sieni- tai hyönteisvaihtoehtoja ei ole saatavilla, ainakaan toistaiseksi suuret kuluttajajoukot eivät ole valmiita merkittäviin muutoksiin.*

Ongelmanasettelu palaa myös itsensä muutoksen dynamiikkaan, sillä uusien toimintamallien omaksuminen ja opettelu vaatii käytännössä suhteessa enemmän kognitiivista työtä ja prosessointia kuin vanhojen käytänteiden ja osin tiedostamattomien rutiinien toistaminen. *Muutosprosessi olisi joko koettava mahdollisimman yksinkertaiseksi tai toisaalta motivaatio toisin tekemiseen tulisi olla niin korkea, että muutoskokemus olisi miellyttävä tai hyödylliseksi koettu.* Näin ollen muutoskokemus on kuluttajasenteiden sekä toimintaympäristön vaikutuksen yhteisvaikutusta (kts. myös luku 4.4 ”Kuluttajien toimintatila ja muutospolitiikka”). Tämänkaltaisen tasapainon saavuttaminen on usein tuote-, tilanne- ja kuluttajaryhmäkohtaista. Toisin sanoen hyvinkin erityyppisillä tuotteilla voidaan nähdä olevan markkinapotentiaalia, jos ne kykenevät vastaamaan kulloinkin vallitseviin kuluttajatarpeisiin. Olennaista on siis huomioida, että kenttä on moninainen ja jatkuvasti muuttuva (esim. Schösler ym. 2012).

Tilanteet, joissa korostuvat yksinkertaiset ja helpot valinnat sekä tutut tuoteominaisuudet, ovat yhteydessä erityisesti kuluttajien tarpeeseen selvitä kiireelliseksi koetussa arjessa mahdollisimman vähin lisäponnisteluin – ilman, että tuotteissa tingitään olennaisesti esimerkiksi mausta, terveellisyydestä tai tuttuudesta. Toisaalta tämäntyyppinen ajattelutapa vedonnee ylipäätään kuluttajiin, jotka eivät ole erityisen kiinnostuneita muutoksesta ja kulutuskysymysten aktiivisesta pohdinnasta, vaan suosivat pysyvyyttä tai minimaalista panostusta ruokavalintaan. Tässä näkökulmassa korostuu myös ruokaketjun rooli lihalle vaihtoehtoisten tuotteiden tarjoajana: *kuinka korvata liha mahdollisimman samankaltaisilla tuotteilla, jotka olisivat lisäksi edullisia ja helposti saatavilla.*

Toisessa näkökulmassa lähtökohtana ovat kuluttajat aktiivisina toimijoina, jolloin viitataan eettisen, kriittisen ja poliittisen kuluttajan määrittämiseen (esim. Gjerris ym. 2016). *Kuluttajat ovat siis tällöin lähtökohtaisesti kiinnostuneita esimerkiksi kestävyys- ja terveystieteistä ja myös motivoituneita käyttämään aikaa ja taloudellisia resursseja ruoan valintaan.* Kyseeseen tulevat muun muassa jo edellä mainitut

LOHAS -kuluttajat, joita voidaan pitää etujoukkona uusien tuoteinnovaatioiden kokeilijoina. Lisäksi kuluttajat kaipaavat yleisemminkin kiireellisen arjen vastapainoksi juhlavampia ruokakokemuksia, joihin viikonloppu- ja loma-ajat tarjoavat muun muassa ajalliset ja sosiaaliset puitteet (Massa ym. 2006). Tällöin ruokaan ollaan valmiita panostamaan, ja laadukkuuden ja uuden kokeilun arvot voivat korostua. *Tuotetarjonnan näkökulmasta markkinoille tulisi luoda uusien, eksoottistenkin tuotteiden tarjontaa, joihin erilaiset kokeilijat voivat tarttua.*

4.4 Kuluttajien toimintatila ja muutospolitiikka

“Getting consumers to change their diets in a more sustainable direction is likely to require much more than gentle nudging” (Aiking 2014)

Edellä tarkastellussa kuluttajavalinta näyttäytyy ensisijaisesti yksilöllisinä kulutusratkaisuinä markkinoilla, missä ruokakulttuurinen kehikko sekä ajalliset ja rahalliset resurssit asettavat toimintatilan rajat. Näkemystä voidaan kuitenkin pitää sellaisenaan yksinkertaistuksena siitä, kuinka monen ruokajärjestelmän osan kautta ruokakäytänteet suodattuvat lopulliseen muotoonsa. Esimerkiksi kaupan tarjontavalikoimalla ja tuotesijoittelulla on merkittävä rooli lopullisten kulutusvalintojen toteutumisessa (esim. Grunert 2006).

Lisäksi yleiset suositukset esimerkiksi terveellisestä syömisestä ja näiden mukainen työpaikka- ja kouluruokailujärjestelmä ovat osaltaan vaikuttanut Suomessa siihen, minkälaisia kulutusvalintoja pidetään toivottavina ja normalisoituneina. Tällaisella julkisella ruokailulla onkin nähty olleen keskeinen sija muutoksen toteuttamisessa ja uusien käytänteiden vakiinnuttamisessa (Raulio & Roos 2012). On esimerkiksi havaittu, että miellyttävät makukokemukset syntyvät vähitellen useamman kokeilun perusteella, mikä tukee myös ajatusta siitä, että ruokakulttuuriin kasvetaan sisään vähitellen. Toisaalta ruokapalveluiden tarjonnan tulisi olla niin valikoimaltaan kuin sisällöltään monipuolista, jotta kuluttajat kokevat voivansa aidosti tehdä valintoja ilman liian voimakkaita valintapakotteita, ja että esimerkiksi kasvisruoat voivat olla mieltymysten mukaan enemmän tai vähemmän tuttujen (liha)ruokien kaltaisia (Pohjolainen & Tapio 2016; de Boer ym. 2014; Vinnari & Vinnari 2014).

4.5 Tuotemarkkinat ja kuluttajamieltymykset

Edellä kuvatun mukaisesti lihankulutuksen vähenemiseen ja vastaavasti kasvi-, sieni-, kala- ja hyönteistuotteiden kulutuksen lisääntymiseen liittyy kuluttajaryhmäkohtaisia haasteita. Varsinaista täsmällistä, tuotekohtaista luotausta tulevaisuuden uusista kulutustuotteista on vaikea tehdä, mutta todennäköisenä voidaan kuitenkin pitää sitä, että *muutos niveltyy edellä kuvatun mukaisesti jo olemassa oleviin ruokakulttuurisiin käytänteisiin*. Yksittäisen ruoan tulee ylipäätään olla tyypillisesti maukkaaksi,

helpoksi, tutuksi, helposti saatavaksi ja edulliseksi koettua, jotta se käytännössä koetaan miellyttävänä ja realistisena kulutusvaihtoehtona suuren kuluttajien enemmistön näkökulmasta.

Hyönteisiä ei toistaiseksi saa myydä Suomessa elintarvikkeina, mutta yleinen kiinnostus niitä kohtaan ja keskustelu aihepiiristä on ollut jo tähän mennessä melko innostunutta ja vilkasta. Kuluttajilla on kuitenkin keskimäärin melko voimakas vastenmielisyyden kokemus hyönteisten kulutusta kohtaan, joka ei toisaalta nouse välttämättä samassa määrin esiin, jos raaka-aine on vähemmän tunnistettavassa muodossa ruoan osana, kuten vaikkapa pizzan täytteenä (Schösler ym. 2012). Nämä tulokset koskevat kuitenkin ensisijaisesti laboratorio-oloissa tehtyjä sokkotestejä, joten kysymys kuuluukin, riittääkö jo ajatus hyönteisistä ruoassa monille kielteisen ostopäätöksen pohjaksi. Varauksettomammin näihin tuotteisiin saattavat suhtautua paitsi innovatiiviset, uutuuksista kiinnostuneet tahot, myös esimerkiksi korkeaa proteiinipitoisuutta sinällään arvostavat kuluttajat, mikä kytkeytyy proteiini-buumi-ilmiöön: esimerkiksi maitorahkan kulutus on Suomessa lisääntynyt huomattavasti viime vuosina (Kauppalehti 2015b; Helldán ym. 2013).

Levät ovat tulleet länsimaissa Suomi mukaan lukien markkinoille vasta viime vuosina erityisesti lisäravinteina ja niin sanottuina *superfoodeina*, joita markkinoidaan erityisen ravintopitoisina, terveysvaikutteisina elintarvikkeina (Kovač ym. 2013). Levistä voidaan valmistaa myös muun muassa proteiinipitoisia jauheita, minkä lisäksi leviä hyödynnetään perinteisissä aasialaisissa ruuissa, jotka ovat enenevästi tulleet osaksi myös länsimaisia ruokailukäytänteitä.

Palkokasvituotteiden osalta markkinoita hallitsevat ulkomaiset vaihtoehdot, erityisesti soijatuotteet, sisältäen muun muassa teksturoidut tuotteet, einespakasteet sekä tofu- ja tempehtuotteet. Lisäksi myös muiden palkokasvien osuus valikoimasta on kasvamassa (Asgar ym. 2010). Palkokasvit eivät kuitenkaan ole tyypillisesti olleet hernettä lukuun ottamatta osa suomalaista ruokakulttuuria, ja niiden kokonaiskulutus on ollut vähäistä. Kuluttajilla on näitä tuotteita kohtaan varovaista kiinnostusta – suurimmat käytön lisäämisen ongelmat liittyvätkin käytännön valmistustaitojen puutteeseen (Jallinoja ym. 2016).

Öljykasvien proteiinien hyödyntäminen on vielä palkokasvejakin selvemmin kokeiluasteella, ja tällä hetkellä öljykasviproteiineja saadaan lähinnä pähkinöiden ja siementen kulutuksen kautta, joskin vähäisissä määrin (Helldán ym. 2013). Näiden kulutuksen lisäämiseen kannustetaan myös uusissa ravitsemussuosituksissa (VRN 2014), sillä suomalaisten hyvälaatuisten rasvojen saantia ravinnosta pyritään lisäämään (Helldán ym. 2013; FAOSTAT 2011). Merkittävin kotimaisen tuotetarjonnan lisäämismahdollisuus kytkeytyy rypsiin, mutta ainakaan toistaiseksi rypsi-proteiinista ei ole kyetty valmistamaan kuluttajamarkkinoille haluttavia tuotteita (Kaukovirta-Norja ym. 2015). Myös hampputuotteiden valmistus on toistaiseksi vasta kokeiluasteella, ja hamppuun voikin kytkeytyä erilaisia negatiivisia mielikuvia (Norokytö 2010). Tässä suhteessa pellava saattaakin näyttäytyä mielekkäämpänä vaihtoehtona, jos tuotejalostus onnistuu kehittämään siitä proteiinipitoisia tuotteita.

Hiilihydraattipitoisten viljatuotteiden kulutuksessa saattaa olla jonkinasteista siirtymää kohti täysjyvätuotteiden suosimista kohtaan (kuvio 5), millä voi olla huomattaviakin vaikutuksia proteiinin kokonaiskulutukseen. Lisäksi kaurasta on viime aikoina ilmaantunut markkinoille jalostettuja, korkean proteiinipitoisuuden tuotteita, kuten nyhtö- ja puhtikaura, jotka ovat alustavasti herättäneet suurta kuluttajakiinnostusta.

Sienet kuuluvat selvästi suomalaiseen ruokakulttuuriin, mutta ovat myös monille kuluttajille vieraita ja jopa vastenmielisiä tuotteita. Kotimaisia tuotettuja lajikkeita ovat lähinnä herkku- ja siitakesieni, joista erityisesti jälkimmäinen on melko marginaalinen myyntituote. Huomattavin lajikirjo löytyykin luonnonvaraisista sienistä, joiden kokonaiskulutuksesta ei ole tilastoja saatavilla. Kulutusmäärät ovat kuitenkin erityisesti proteiininäkökulmasta suhteellisen pieniä. Vaihtoehtoisia ulkomaisia tuotteita edustavat homesienestä eristettyä mykoproteiinia sisältävät quorn-tuotejalosteet, joita on saatavilla esimerkiksi paloina ja rouheena: näiden maku ja koostumus vaikuttavat hieman lihankaltaisina yhtäältä miellyttävän kuluttajia (Schösler ym. 2012; Asgar ym. 2010) mutta samanaikaisesti raaka-aineen koettu vieraus on herättänyt kriittistä keskustelua (esim. Uusi Suomi 2013).

Kalatuotteiden käytöllä on Suomessa vahvat kulttuuriset perinteet, ja kalaa kulutetaan Suomessa keskimäärin enemmän kuin monissa muissa Euroopan maissa (FAOSTAT 2011). Suurin murros viime vuosikymmeninä on liittynyt norjalaisen, kasvatetun lohen kulutuksen voimakkaaseen kasvuun siinä missä kotimaisen kalan käyttö erityisesti luonnonkalan osalta on lähes marginalisoitunut ja tuotannon painopiste on siirtynyt rehu- ja kalatuotannon puolelle. Kehityksen taustalla on arvioitu olevan perinteinen kulttuurinen arvostus lohikaloja kohtaan yhdistettynä massatuotannon alas painamiin hintoihin ja tasalaatuisuuteen, jalostettuun tarjontaan (Setälä & Saarni 2015; Suomen kalakauppaliitto ry 2015).

Kotimaisista kaloista esimerkiksi kuhaa ja siikaa pidetään periaatteessa arvossa, mutta näiden tuotantoketju ei kykene tällä hetkellä kilpailemaan hinnassa tuontilohen kanssa (emt.). Muiden kotimaisien lajien kuten silakan ravintokäyttö on puolestaan vähentynyt elintason noustessa, kun kuluttajat ovat siirtyneet kuluttamaan suurikokoisempia ja ruodottomampia lajeja (Setälä & Saarni 2015). Kotimaisen kalan kulutuksen lisäämisen mahdollisuuksien nähdään liittyvän erityisesti kirjolohen kasvatuksen kehittämiseen ja toisaalta myös kulttuurisesti ”roskakalana” pidettyjen särkien sekä ”köyhän ruuan” eli silakan ja kilohailin kulutuksen lisääntymiseen. Onkin havaittavissa, että näiden vähempiarvoisten kalalajien arvostus saattaisi olla elpymässä, ja esimerkiksi ruokapalveluissa on tehty kokeiluja särkikaloiden saattamiseksi ruokalistoille erilaisten jalosteiden muodossa (Pölkki ym. 2014). Keskeinen kysymys kuitenkin on, kuinka kotimaisen kalan hinta ja jalosteiden saatavuus saataisiin sellaiselle tasolle, että nämä voisivat kilpailla vakavasti norjalaisen tuontikalan kanssa.

Eri tuotteiden osalta on keskeistä huomioida myös mahdollisuus suomalaisten erityispiirteiden korostukseen puhuttaessa kilpailuvalteista kansainvälisillä kuluttajamarkkinoilla. On yleisesti tunnistettu, että edullinen hinta ei kuulu tällaisiin tekijöihin, mutta esimerkiksi puhtaus, turvallisuus ja poh-

joisen luonnon erityispiirteet – esimerkiksi valoisuus, viileys, ja ympäristön suhteellinen puhtaus – voisivat oikein hyödynnettynä olla lisäarvoa tuottavia tekijöitä, jotka mahdollistaisivat korkeamman arvon vastaavaan perusvaihtoehtoon verrattuna. Tämän edellytyksenä ovat paitsi Suomen biotekniset tuotanto-olosuhteet ja edelleen toimivat ekosysteemit, myös sääntely ja valvonta, jotka ovat monelta osin olleet perinteisesti tiukempia kuin muissa maissa. Toisaalta suomalaisessa viljelykulttuurissa on ominaislaatuisia kasveja, kuten kaura, jotka voivat herättää kansainvälistä kiinnostusta niin terveys- kuin kulttuurisistakin näkökulmista (HS 2016).

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Ruokajärjestelmän proteiiniongelman dynamiikka

Eläinvalkuainen on tällä hetkellä suurin proteiini­lähteemme ravinnossa. Vallitseva toimintamalli kulutuksen ja tuotannon osalta tekee valkuaisongelmasta *rehuongelman*. Ei ole periaatteessa mitään estettä sille, miksi kuluttaja, niin halutessaan, ei voisi hyödyntää suuremman osan kasviproteiinista suoraan ruokana. Tämä voisi tapahtua hetkessä pelkästään kulutustottumuksia muuttamalla. Miksi se ei kuitenkaan tapahdu, vaikka se on periaatteessa helppoa ja siihen on myös hyviä syitä? Lihankulutuksen arvellaan vähenevän Suomessa tulevaisuudessa, mutta kuinka paljon ja kuinka nopeasti. Miten esimerkiksi terveyteen ja kestävyys­teen liittyvät argumentit lopulta vaikuttavat eläinperäisen valkuaisen kulutukseen?

Maailmalla eläinperäisen proteiinin kulutuksen arvellaan kasvavan, jonka seurauksena rehu­ongelman odotetaan syvenevän. Suomessa tämä näkyy huolena eläinperäisen valkuaisen tuotannossa tarvittavan rehuvalkuaisen saatavuudesta ja riittävydestä tulevaisuudessa. Tämä niukkuus todentuu tällä hetkellä täydennysproteiinin alhaisena omavaraisuusasteena. Jos asiaa tarkastellaan vallitsevan ruokajärjestelmän puitteissa, ongelman voi määritellä ruuan eläinperäisten raaka-aineiden tuotantoon liittyvänä absoluuttisena ja suhteellisena niukkuutena tulevaisuudessa. Suhteellisella niukkuudella viitaten siihen, että täydennysproteiiniomavaraisuuden alhaiselle tasolle ei ole mitään lopullista syytä tai toisaalta yhtä estettä sille, etteikö se voisi olla tälläkin hetkellä merkittävästi suurempi. Esimerkiksi biologis-tekniset edellytykset valkuaisomavaraisuuteen nostamiseksi olisivat jo nyt periaatteessa olemassa, jos sille olisi riittävät taloudelliset kannusteet ja kaupalliset motiivit. Suhteellinen niukkuus syntyy, kun on olemassa vielä teknologisesti ja sosiaalisesti mahdollisia sekä taloudellisesti kilpailukykyisiä vaihtoehtoja. Tämä saattaa johtaa lopulta siihen, että koska globaalissa ylikapasiteetin puitteista massa tarjonnassa ja kilpailussa kustannuksia ei voida siirtää hintoihin, yritetään bio-teknologisin tai poliittisin keinoin ratkaista kannattavuusongelmaa. Tällöin on vaarana, että omaehtoinen kehitys taantuu kustannustehokkuuden lisäämiseen, mikä saattaa edelleen syödä tilaa jalostusarvon ja kuluttajalle tuotetun lisäarvon nostolta eli tavoitteelliselta pyrkimykseltä järjestelmätason laadulliseen muutokseen.

Tulevaisuuden näkökulmasta markkinaehtoisien järjestelmän sisällä näyttää olevan erityisen vaikeaa ratkaista etukäteen ongelmia, joiden ratkaiseminen ei ole vielä taloudellisesti kannattavaa, vaikka tulevaisuuden valossa muutos nähdään pitkällä tähtäimellä tärkeänä tai jopa välttämättömänä. Voidaan ajatella, että uusilla ratkaisui­lla ei pyritä aina muuttamaan aktiivisesti vallitsevaa järjestystä vaan säilyttämään vanha rakenne ja toimijuus. Tähän voi liittyä sulkeutunut käsitys vaikkapa oikeanlaisesta ruokakulttuurista, kannatettavasta elinkeinorakenteesta tai vaihtoehtojen määrällä mitatusta valinnanvapaudesta hyvinvoinnin ehtona.

Proteiiniomavaraisuuteen liittyvä tulevaisuushuoli kärjistyy erityisesti siinä, että nykykehitykseen perustuen väestönkasvun ja lihankulutuksen kasvun myötä voidaan nähdä tuontirehun kysynnän kasvavan tulevaisuudessa, mikä lisää painetta rehun hinnan nousulle sekä vaikeuttaa rehun saatavuutta. Vaikka soijanviljely näyttää lisääntyvän maailmalla jatkuvasti, tuontisoijan nähdään muodostuvan tulevaisuudessa taloudellis-poliittiseksi ongelmaksi. Lisäksi valtaisan soijan kysynnän kasvun vuoksi soijan rehunkäytön arvellaan muodostuvan ympäristöongelmaksi, ja se on jo osittain myös muodostunut sellaiseksi (WWF 2014). Jo nyt kritisoidaankin sitä, että Suomi on ulkoistanut ympäristöongelmansa tuontirehujen suhteen. Halvan tuontirehun voidaan osaltaan katsoa myös lisäävän terveysongelmia, sillä se kannustaa lihankulutukseen lihan halvan hinnan ja helpon saatavuuden kautta.

Proteiiniomavaraisuuden nykytilaa voidaan hyvin pitää tavoitteellisen toiminnan suunnittelemattomana tuloksena. Menneen maailman järkevät ratkaisut näyttävät muuttuvissa olosuhteissa ja odotuksissa olevan sopimaton seuraus uuteen näkemykseen tulevaisuudesta. Proteiiniomavaraisuuteen liittyvä haaste pääsi syntymään muun muassa vapaakaupan edistämisen sekä EU:n harjoittaman maatalouspolitiikan vuoksi. Kun näiden lisäksi sian ja siipikarjanlihan kulutus kasvoi, pääsivät EU-kansalaiset nauttimaan alhaisista maataloustuotteiden hinnoista, mutta nämä yhdessä synnyttivät täydennysproteiinin omavaraisuuden laskun.

Huoli maailmaa kohtaavasta proteiiniinipuutteesta ei ole ennennäkemätön. Suomi oli 1950- ja 1960-luvulla käytännössä proteiiniomavarainen, mutta lihankulutuksen kasvun nostama huoli maailman tulevasta proteiinipuutteesta ilmestyi tulevaisuuksien horisonttiin. Yhtenä uutena vaihtoehtona nähtiin tuolloin yksisoluproteiini. Suomessa oli sodan aikana syöty metsäteollisuuden sulfiittijäteliemessä viljeltyä Torula-hiivaa, ja uusi homesieni perustuva Pekilo-proteiiniprosessi rakennettiin v. 1972 Yhtyneiden Paperitehtaiden Jämsänkosken sulfiittitehtaan yhteyteen (Papermakerswiki 2011). Paperinvalmistuksella ja proteiinilla on yhteys tänäkin päivänä: nykyään proteiinia eristetään perunasta Finnamylin tärkkelystehtaalla paperiteollisuuden panostuotteen tuotannon yhteydessä ja metsäteollisuuden sivuvirtoja kartoitetaan osana hyönteisten kasvatuksen tulevaisuuden näkymiä.

“Increasing attention has been paid in recent years to the development of new sources of high-quality protein either for direct human consumption or for inclusion in animal feeds.” (Barber 1977)

Tällä hetkellä huoli proteiinin riittävästä yhdistyy myös laajemmin ruokaturvaan, joka puolestaan liittyy edelleen yhteiskuntien vakauteen ja edistystä mahdollistaviin tekijöihin. Tietoisuus tulevaisuuden riskeistä liittyen ilmastonmuutokseen, maaperän ja kalakantojen köyhtymiseen, öljyn loppumiseen ja väestönkasvuun nostaa esille maailmanlaajuisen ruokakatastrofin mahdollisuuden ja lisää kansallisen ruokaturvallisuuden strategista merkitystä. Taustoittava esimerkkinä strategisen merkityksen lisää-

tymisestä on vuodelta 2009. Tuolloin Iso-Britannian hallituksen johtava tieteellinen neuvonantaja varoitti maanmiehiään ja samalla koko maailmaa ruokakatastrofin todennäköisyyden lisääntymisestä seuraavien 20 vuosikymmenen kuluessa. Uhkaskenaario ristittiin mahtipontisesti 'Täydelliseksi myrskyksi 2030'.

"The main objective of food systems is food security." (Ericksen 2008)

"Vuoteen 2030 mennessä maailma kohtaa täydellisen myrskyn, joka liittyy ruuan, veden ja energian niukentumiseen." (Beddington 2009)

Miksi sitten huoli noutopöydän niukentumisesta ja ruokavarmuudesta nostaa päätään juuri nyt? 'Täydellinen myrsky 2030' -skenaarion merkitys ymmärretään, jos sitä tarkastellaan yhteiskuntakehitystä vasten. Elämme maailmassa, jossa ruuantuotanto on erikoistunut ja jakautunut yhteisille markkinoille. Ruokaketjun syömispuolelle on tullut portinvartija on kauppa, joka on pystynyt kilpailuttamaan kotimaisia tuottajia sekä keskenään että tuontitarjontaa vasten. Kauppa tarjoaa kuluttajille vaihtoehtoja, koska me ihmiset olemme niin mieltyneet vapautemme valita. Voidaan sanoa, että vaihtoehtojen määrästä on tullut vapauden ja samalla hyvinvoinnin mitta.

Kun vuosina 2007–2008 ruuan hinta maailmanmarkkinoilla heilahti voimakkaasti ylöspäin, syntyi luottamuspuola ruuan saatavuudesta yhteisiltä markkinoilta. Myrskyisä näkemys ruokavarmuuden tulevaisuudesta sopi tähän tapahtumahorisonttiin. Skenaariossa useat erilaiset syyt näyttävät kuljettavan kehitystä suuntaan, jossa ravinnon laadullinen ja määrällinen riittävyys tulevat olemaan uhattuna. Myrsky on kolminkertaisen velkaantumisen – ekologisen, taloudellisen ja sosiaalisen – loppunäytös.

5.2 Muutoksen ymmärrys proteiinituotannon ja -kulutuksen käytänteissä

Jos tarkastelemme tehostamiseen liittyvää muutospolkua, voidaan sen nähdä kirjallisuuskatsauksen perusteella pohjautuvan pitkälti valkuaisomavaraisuuden lisäämiseen keskittyen biologis-tekniisten tuotantorajoitusten tutkimiseen ja vähentämiseen. Erityisesti alkutuotannolla ja jalostuksella nähdään olevan suuri rooli satotasojen kasvattamisessa. Kasvinjalostuksen avulla pyritään muun muassa lisäämään proteiinipitoisuutta, viljelyvarmuutta ja taudinkestävyyttä. Viljelykäytäntöihin liittyvän tiedon ja neuvonnan avulla kyetään lisäämään viljelyvarmuutta ja nostamaan hehtaarisatoja. Myös rehun optimointia voidaan tehostaa. Tämän lisäksi esimerkiksi erilaisin teknologisin ratkaisuin rikastetaan ja muokataan proteiinia rehuteollisuuden käyttöön sekä tehostetaan proteiinikiertoa esimerkiksi hyödyntämällä entistä enemmän sivuvirtoja. Biologisen teknisen tutkimuksen avulla on pyritty etsimään ratkaisua siihen, miten Suomen proteiiniomavaraisuuden nousu voisi olla toteutettavissa. Soijarouhetta tuodaan Suomeen noin 180 miljoonaa kiloa vuodessa, ja realistisen potentiaalinen toteutuessa (ilman hehtaarisatojen nousua) voisimme jo nyt tuottaa palkoviljoja samaiset 180 miljoonaa kiloa. Ilmaston lämpenemisen

myötä soijavalkuainen voitaisiin teoriassa korvata täysin (Peltonen-Sainio 2013). Täydellinen proteiinin omavaraisuus on Peltonen-Sainion & Niemen (2012) mukaan epärealistista, mutta proteiinin tuotannon kasvu on täysin mahdollista.

Kuten kirjallisuuskatsauksesta käy ilmi, on olemassa lukuisia keinoja parantaa proteiiniomavaraisuuttamme. Tästä huolimatta tilanne Suomessa on täydennysproteiinin osalta heikko, sillä *käytännössä soijan korvautumisen laajuus riippuu valkuaiskasvien taloudellisesta kilpailukyvystä peltoviljelyssä*. Toisin sanoen omavaraisuuden kasvattaminen ei ole mahdollista yksinomaan teknologisten ratkaisujen avulla. Omavaraisuuden edistämisen tulee olla paitsi teknisesti toteutettavissa myös kannattavaa ja yhteiskunnallisesti hyväksyttävää, jotta muutos todella tapahtuu. Valkuaisomavaraisuuden kasvun toteutumisen yhtenä ehtona on, että kotimaiselle valkuaisrehulle on markkinat, eli sen tulee olla haittavaa niin rehunjaloitajille kuin viljelijöille. Kotimaiseen valkuaisrehuun liittyvää arvoketjua tulee edistää siten, että sen avulla on synnyttävissä kannattavat markkinat. Tätä voidaan edistää alhaisempiin yksikkökustannuksiin pyrkimällä, rehun tehokkaammalla optimoinnilla, varmistamalla rehun tasainen kysyntä ja raaka-aineen saatavuus sekä lisäämällä yhteistyötä niin markkinoinnissa, tuotekehityksessä kuin brändäyksessä. Myös muutokset ruokamarkkinoilla voivat osaltaan vaikuttaa täydennysvalkuaisen markkinoiden kannattavuuteen ja siten lisätä kilpailukykyä.

Lisäksi myös yhteiskunta vaikuttaa kotimaisen täydennysrehun kilpailukykyyn. Se voi erilaisilla politiikkatoimilla, kuten lainsäädännön, koulutuksen ja kehittämisen sekä harjoitetun tukipolitiikan avulla edistää kotimaisen täydennysvalkuaisen kilpailukykyä. *Teknologian ja markkinoiden lisäksi tarvitaan siis yhteiskunnan sosiaalinen hyväksyntä valkuaisomavaraisuuden kasvattamisesta ja sen edistämiseen liittyvistä keinoista*. Tätä sosiaalista hyväksyntää voi osaltaan edesauttaa paine ympäristöllisen kestävyyslisäämiseen, sillä valkuaiskasvit sopivat hyvin vuoroviljelyyn, ja siten ne lisäävät ympäristön monimuotoisuutta ja tuottavat ekosysteemipalveluja. Pitkällä aikavälillä myös väestönkasvu ja lihankulutuksen kasvu lisäävät painetta valkuaisomavaraisuutemme kasvattamiseen, sillä soijan maailmanlaajuisesti kasvavan kysynnän myötä tulemmekin kohtaamaan kasvavaa suhteellista niukkuutta tuontivalkuaisen osalta. Tämän seurauksena yhteiskunnallinen hyväksyntä proteiiniomavaraisuuden kasvattamiseksi ja huoltovarmuuden turvaamiseksi tulee voimistumaan, jolloin yhteiskunnan toimet kotimaisen valkuaisrehun kilpailukykyyn lisäämiseksi todennäköisesti voimistuvat. Muutoksen ehtona on se, että niitä kasveja tullaan viljelemään, joissa yhdistyy kilpailukyky markkinoilla ja alhaiset tuotantoriskit sekä tehokas resurssien käyttö. Toisin sanoen kyse on proteiinikasvien kilpailukyvystä suhteessa muihin viljelykasveihin. Kilpailukykyä voidaan parantaa monin tavoin, kuten parantamalla tuotantoteknologiaa, kehittämällä kannattavuutta ja kysyntämarkkinoita sekä tukemalla kilpailukykyä erilaisin poliittisin keinoin.

Tarkasteltaessa tehostamisnäkökulmaa Multi Level Perspective eli MLP-mallin avulla voidaan havaita, kuinka *maisematasolla (landscape) muutoksessa korostuvat erityisesti resurssiniukkuus, ilmastonmuutos sekä kestävä kehitys*. Täydennysproteiinin osalta resurssiniukkuus perustuu ennakointiin, jossa

oletetaan väestönkasvun ja lihankulutuksen kasvusta aiheutuvan täydennysproteiinin kysynnän kasvun lisäävän resurssiniukkuutta ja siten ruokaturvan heikkenemistä Suomessa. Nämä maisematason muutokset voivat luoda painetta regiimitasolla ryhtyä toteuttamaan uudenlaisia politiikkatoimia, kuten lainsäädännön ja maatalouspolitiikan muutosta sekä tuoda tutkimukseen ja tuotekehitykseen uudenlaisia painotuksia.

Kirjallisuudessa nähtiin tehostamisen tapahtuvan regiimitasolla tieteen ja teknologian kautta tulevilla muutoksilla. Kasvinjalostus ja proteiinikierron tehostaminen ovat esimerkkejä siitä, kuinka regiimitasolla pyritään löytämään muutos alhaiseen rehuvalkuaisen omavaraisuustilanteen. Myös valkuaisrehun liittyvän arvoketjun mahdolliset sisäiset muutokset markkinoiden parantamiseksi nähdään mahdollisena muutoksena regiimitasolla. Muutos kohti parempaa yhteistyötä arvoketjussa voisi varmistaa markkinoilla rehun tasaisen kysynnän ja raaka-aineen saatavuuden sekä edistää yhteistyössä tehtävää markkinointia ja tuotekehitystä. *Niche-tasolla tehostamispolkuun liittyvä muutos yhdistyy uusiin rehuinnovaatioihin*, kuten perunatärkkelysteollisuuden sivuvirtana syntyvän solunesteen hyödyntämispotentialiin tai pekilosien avulla nurmirehusta valmistettavaan rehuproteiiniin sikojen ja siipikarjan ruokinnassa. Kuitenkin valtaosa tehostamispolun muutoksesta nojaa regiimitasolla tapahtuvaan muutokseen, joka osittain johtuu maisematasolta tulevasta muutospaineesta.

Valkuaistuotannon lisäämisen uusista lähteistä voidaan katsoa tapahtuvan systeemisesti eri tasoilta tarkastelunäkökulmasta riippuen. Esimerkiksi regiimin bioteknisessä ulottuvuudessa tuotetaan paljon julkisrahoitteista tutkimusta muun muassa uusista tuotantotekniikoista ja kasvinjalostuksesta. Poliittisessa ulottuvuudessa on puolestaan vähitellen korostunut terveysperustaisuus, joka on ohjaamassa kulutusta kohti lihankulutuksen vähennystä ja kasvisten käytön monipuolista lisäämistä. Toisaalta tämän kytkös tuotantoon ei ole yhtä suoraviivainen. Myös maatalouspolitiikassa ympäristöperustaisuus on selvästi ollut vahvistumassa, mutta tälläkään ei ole ollut toistaiseksi erityistä voimakasta vaikutusta uusien proteiinilähteiden tuotantoon.

Erialaisten kestävyyskysymysten nousu voidaankin nähdä laajemmin maisematason ajurina, sillä kestävyydestä on vähitellen muotoutumassa kaikkea inhimillistä toimintaa läpileikkaava periaate. Näin se tulee asettaneeksi myös uuden kehyksen arvoalinnoille ja painotuksille, jotka tulevat näkyviksi esimerkiksi taloudellisessa toiminnassa. Onkin nähtävissä, että kestävyys on nouseva tema markkinatoiminnassa, mutta sen ilmenemismuodot ovat uusien proteiinilähteiden näkökulmasta olleet toistaiseksi vaihtelevia. Jalostuksessa uusia tuotteita vaikuttaisi syntyvän erityisesti niche-tasolla, mutta jossain määrin myös regiimin sisällä siinä missä kaupan painopiste puolestaan on aivan viime aikoja lukuun ottamatta ollut perinteisten tuotantoketjujen tehostamisessa. Toisaalta ruokasysteemin sisällä on erilaisia näkemyksiä siitä, mikä on uutuutta ja minkälaisia muutoksia pyritään lopulta saamaan aikaiseksi: uudet proteiinilähteet voivatkin vastata monen tyyppiin kestävyysshaasteisiin.

Tiivistetysti ilmaistuna uusien proteiinilähteiden tuotannon osalta muutoksen aktiivinen toiminta-voima nousee niche-tasolta, mille maisema- ja regiimitason hyväksyntä antaa toimintatilaa. Jos nykyregiimin toimijat omaksuvat ja toimivat itse aktiivisesti muutoksen edistäjinä, muutosvauhti voi entistään nopeutua. Riskitekijöinä tämän toteutumiselle on nykyjärjestelmää tukevien tekijöiden suhteellinen suuri painoarvo. Toisin sanoen nykyiset talouspoliittiset linjaukset ja vakiintuneet toimintatavat voivat ylläpitää pysyvyyttä siitä huolimatta, että myös uusia kestävyys- ja omavaraisuustavoitteita nousee agendalle.

Kulutusnäkökulmasta muutostasojä voi tarkastella erilaisten kuluttajaryhmien kautta, kuten yhtenä uutuuksia ja erikoisuuksia mielellään kokeilevat ja kestävyyskysymyksistä kiinnostuneet, toisena muutosta selvästi vastustavat ja kolmantena näiden väliin jäävä suuri enemmistö, joka saattaa olla kiinnostunut muutoksesta, jos toimintaympäristö tekee siitä miellyttävän. Tämän myötä merkittävimmät tuotevalintakriteerit ovat riittävän edullinen hinta sekä hyväksi havaitun tuotteen tuttuus ja edelleen tietotaito sen hyödyntämisestä osana omaa ruokavaliota. Näin mainittu suuri joukko voidaan nähdä kulutuskysymyksissä eri näkökulmista regiimin nykytilana siinä missä kokeilijat tuovat niche-tasolta muospainetta systeemiin.

Lyhyellä aikavälillä kulutusmuutokset tapahtuvat nopeimmin silloin, kun regiimin markkinatasolla on saatavilla ruokakulttuuriin hyvin soveltuvia ja riittävän edullisia tuotevaihtoja. Tämä ei toisaalta tarkoita, että uusien tuotteiden tulisi olla ominaisuuksiltaan täysin esimerkiksi nykyisten lihatuotteiden kaltaisia, vaan että niitä voidaan esimerkiksi käyttää entuudestaan tuttujen ruokien osana, vaikkapa jauhelihan tai broilersuikaleiden tapaan. Olennaista tässä olisi myös huomioida markkinoinnin ja tuoteistamisen merkitys niin jalostuksen kuin kaupankin osalta.

Pitkällä aikavälillä myös kulutusregiimin kulttuuriset käytänteet muuttuvat, kun edellä käsitelty landscape-tason kestävyysdiskurssi ja niche-tason innovaattoreiden arvostukset ja toimintatavat voivat rakentaa regiimiin uutta normaalitilaa. Jos markkinoille esimerkiksi tulee varteenotettavia vaihtoehtoja lihatuotteille, kasvituotteet voitaisiin nähdä paitsi edullisina myös luotettavina ja laadukkaina, jolloin näiden julkikuva voisi muuttua perinteisestä lisäkkeen asemasta aterian arvokkaaksi pääraaka-aineeksi (Pohjolainen & Tapio 2016; de Boer ym. 2014). Toisaalta regiimin kulttuuriset ateriakäsitykset voivat olla tulevaisuudessa vielä tätäkin monipuolisempia.

Kysymys kuuluukin, kuinka suuria regiimimuutoksia vuoteen 2030 mennessä esimerkiksi kulutuskysymyksissä ehtii tapahtua? *Kulutusnäkökulmasta epävarmuus muutosnopeuden arvioinnissa on suurempaa kuin tuotantokysymyksiä tarkasteltaessa, koska edellisessä edellytyksenä on myös kulutustottumusten muokkautuminen.* Esimerkiksi rehukäytänteissä muutos voikin tapahtua ilman sanottavia vaikutuksia kulutustottumuksiin. Oletettavaa on, että esimerkiksi jo vuosikymmeniä suomalaisten suosikkeina säilyneet ruuat pitävät edelleen paikkansa, mutta toisaalta näiden sisältö voi muuttua: lihapulliin saatetaan

kokeilla sirkkajauhoa ja vähäarvoisena pidetystä ”roskakalasta” voi tulla uusi sushi-ilmiö. Vaikka kulutuksen muodot ja rakenteet säilyisivätkin melko ennallaan, sisällöt voivat muuntua, jos regiimin markkinaympäristö onnistuu tukemaan edellä mainituin tavoin uusia avauksia.

Viime kädessä kaikenlaisen yhteiskunnallisen muutoksen poliittinen, taloudellinen, tekninen ja sosio-kulttuurinen tahtotila voidaan palauttaa arvokysymyksiin: esimerkiksi millaisten eläin- ja kasvit tuotteiden myynti on haluttavaa ja hyväksyttyä, ja miten vastuukysymykset jakautuvat ruokajärjestelmän sisällä. Toistaiseksi esimerkiksi hygieni- ja elintarviketurvallisuussäädökset ovat asettaneet reunaehdoja valkuaistuotannon lisäämiselle esimerkiksi hyönteisten osalta, minkä lisäksi kuluttajakysyntä ja kaupan tarjonta heijastavat hyväksyttävyyssnormeja. Esimerkiksi kaupan näkökulmasta kokonaismyynti esitetään tyypillisesti kulutuskysyntäfunktiona, vaikka tiedetään, että esimerkiksi tuotesijoittelulla ja hintaohjauksella kyetään vaikuttamaan huomattavastikin kuluttajien ostopäätöksiin (Markkula & Moisander 2012). Arvokeskustelu tulisi siten nähdä koko ruokajärjestelmää koskevana, jolloin eettisten periaatteiden toteutuminen ei palaudu pelkästään kuluttajavalintakysymykseksi, joka aihepiiriin poliittisessa keskusteluissa usein nousee esiin (Gjerris ym. 2016).

Vertailtaessa keskenään nykylähteiden käytön tehostamista, uusien lähteiden hyödyntämistä ja kulutuksessa tapahtuvia muutoksia, on näissä kolmessa vaihtoehdoissa tulevaisuuden kehitysoissa havaittavissa sekä eroja että yhtäläisyyksiä. Eroja on havaittavissa erityisesti siinä, että *tehostamisessa nimenomaisesti regiimitason muutos korostuu, kun taas uusien lähteiden osalta ja kulutuksessa muutos näyttää kumpuavan enemmän niche-tasolta.* Yhteneväisystekijöistä erityisesti *kestävyys näyttäytyy tärkeänä muutosajurina kaikissa kolmessa tulevaisuuspolussa.* Kestävyden arvioidaan muun muassa muuttavan maatalouspolitiikkaa nykyistä enemmän ympäristöperusteiseksi sekä vaikuttavan lainsäädäntöön. Sen arvioidaan olevan myös kulutusmuutosten taustalla, mikä näyttäytyy lihan syönnin kulutuksen vähenemisenä ja kasviproteiinien lisääntyneenä kysyntänä. Koska kestävyys vaikuttaa olevan yhteistä kaikissa tulevaisuuspoluissa, on sen rooli ilmeinen myös silloin, kun tarkastellaan muutosta systeemisenä kokonaisuutena, jossa eri tulevaisuuspolut yhdistyvät erilaisin painotuksin.

ScenoProt-hankkeen vision aikajänne vuoteen 2030 vaikuttaa myös siihen, että ylipäätään regiimitason muutos korostuu kaikissa tulevaisuuspoluissa. Tällä hetkellä proteiinikysymys on kuitenkin vain nykylähteiden tehostamisen suhteen lähellä regiimin normaalitilaa, johon eri toimijoiden on suhteellisen vaikeaa sitoutua. Koska muutosvauhdin tulee olla suhteellisen nopea, vaatii se muutosta regiimin käytänteissä myös niin uusien valkuaislähteiden kuin kulutuksenkin osalta.

Kuten edellä on kuvattu, ruokajärjestelmä on erillisistä osasistaan huolimatta vuorovaikutteinen systeemikokonaisuus. Vaikka olemme tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastelleet valkuaiskysymystä erillisesti nykylähteiden käytön tehostamisen, uusien lähteiden hyödyntämisen ja kulutuskysymysten osalta, viime kädessä eri näkökulmat voidaan nähdä osatekijöinä, joista on mahdollista koostaa vaihtoehtoisia tulevaisuuden kehityspolkuja halutuun painotukseen. Käsitellyt näkökulmat tarjoavat raken- nuspalkoita erilaisille tulevaisuusskenaarioille. Skenaariot ovat tulevaisuudesta viestimisen työkalu, ja

tarkastelemalla erikseen näiden kehityspolkujen sisältöjä ja muutospotentiaalia on mahdollista paremmin arvioida eri muutostekijöiden mittakaavaa samoin kuin tunnistaa kehittämiskohteita muutoksen edistämiseksi ja esteiden poistamiseksi.

Muuttuneeseen tulevaisuuteen ei kuitenkaan lähdetä tyhjältä pellolta. Taloudellisesti ei ole järkevää "tappaa lypsävää lehmää"; koska muutos sijoitetaan nykyisyyden ja tulevaisuuden väliin, se koostuu samaan aikaan pyrkimyksistä muuttaa ja säilyttää vallitsevaa maailmaa. Kysymys on tällöin siitä, minkä täytyy muuttua, jotta arvokas voi säilyä?

Ihmisen voidaan ajatella toimiessaan rationaalisesti pyrkivän edistämään niitä päämääriä, joita hän mieltää arvokkaiksi. Visio edustaa arvosidonnaista tahtotilaa, eli se on jonkin tahon ilmaistu käsitys halutusta tulevaisuudesta. Vaikka visio voi olla muotoilultaan yleisluontoinen, se ei voi olla yleinen. Visiolla on oltava aina omistaja. Toiminallista polkua nykyhetkestä valittuun tulevaisuuskuvaan tai tulevaisuuskuvesta nykyhetkeen (backcasting) kutsutaan skenaarioksi. Jos skenaario päättyy visioon, sen voidaan ajatella sisältävän käsityksen siitä, miten asiat ovat ja miten niiden pitäisi olla. Koska tulevaisuus perustellaan nykyhetkellä olevan tiedon ja ymmärryksen pohjalta, skenaarion taustalla on aina löydettävissä jokin käsitys kehityksen säännönmukaisuudesta, joka tekee siitä perustellun ja loogisesti uskottavan. Esimerkiksi kuluttaja haluaa syödä lihankaltaisia kasviproteiinituotteita, koska "lihaa syövä ihminen pyrkii minimoimaan ruokakorin muutoksen".

Yhtä tärkeää kuin tunnistaa tulevaisuuden hahmottamiseemme vaikuttavia säännönmukaisuuksia, on selitystä vaihtamalla pyrkiä murtamaan niitä ehtoja, jotka mahdollisesti rajoittavat vaihtoehtoisten tulevaisuuksien näkemistä. Tulevaisuus on avoin, koska ihmisellä on kyky vaikuttaa siihen esimerkiksi muuttamalla tietoisesti käyttäytymistään. Selityksen vaihtamiseksi voidaan esimerkiksi kysyä, pyrkiikö kuluttaja minimoimaan ruokakorin muutoksen silloinkin, kun motiivi muutokselle on lihansyönnin välttäminen eettisistä syistä? Ensimmäinen säännönmukaisuus "ruokakorin muutoksen minimoimisesta" rajoittaa ymmärrystä systeemisen muutoksen mahdollisuudesta ja ohjaa toimijoita etsimään "korviketta" lihalle. Annetun ehdon rikkominen laajentaa näkökulmaa vaihtoehtoisten kasviproteiiniähteiden ennakkoluulottomalle etsinnälle ilman "lihankaltaisuuden" vaatimusta.

Tulevaisuutta voidaan tarkastella erillisinä linearisoituina kehityslinjoina. Koska taustalla on usein ajatus, että voimme ratkaista vain tuntemiamme ongelmia, katse painuu helposti sinne missä ongelma voidaan määritellä mahdollisimman selkeästi esimerkiksi teknisenä, poliittisena tai taloudellisena kysymyksenä. Systeminen tarkastelu tarjoaa toisenlaista lähestymistapaa. Se ehdottaa, että ymmärtääksemme ja aikaansaadaksemme muutosta meidän on yritettävä yhdistää eri näkökulmat toisistaan riippuvaksi kokonaisnäkemykseksi. Oletetaan esimerkiksi, että ihmiskuntaa ohjaa halu edistykseen ja kohti parempaa tulevaisuutta. Tällä tiellä pyrimme tieteen ja teknologian avulla vapautumaan vallitsevien olosuhteiden pakosta kuten esimerkiksi siitä, että siat eivät luonnostaan syö ruohoa. Oletetaan lisäksi, että haluamme kuluttajina valinnan mahdollisuuden eli tietoisuuden ja olosuhteet missä voimme valita. Valinnan mahdollisuus edellyttää vaihtoehtoja eli mahdollisuutta valita. Haluamme

”ehkä vähän sitä ja tätä” eli tapaamme toteuttaa vapautta valita kuuluu taipumus, jota valintatutkija Sheena Iyengar kutsuu noutopöytäluonteeksi (Iyengar 2011). Valintojen tekemiseen meillä on olemassa kysyntää ja tarjontaa tasapainottava globaalisti toimiva mekanismi, jota kutsumme markkinoiksi. Nykykäsityksemme markkinoista pohjautuu periaatteelliseen vapauteen käydä kauppaa ja tehdä voittoa. Vapaiden markkinoiden kumppanina on demokraattisesti järjestynyt yhteiskunta, mikä perustuu ajatukseen julkisen mielipiteen muuttumisesta politiikan kautta kehitystä haluttuun suuntaan ohjaavaksi hallinnolliseksi toiminnaksi. Edellä oletetun järjestelmän osien ominaisuudet eivät ole itsenäisiä ja toisistaan riippumattomia. Takaisinkytkennän kautta syntyy yhteisevoluutiota kun esimerkiksi hallinnollinen toiminta osallistuu yhteistoimintajärjestelmään toimenpiteinä kuten tieteen ja teknologian kehittämisen rahoituksena tai markkinoiden säätelynä. Muodostaessamme perusteltuja näkemyksiä tulevaisuuksista on yksittäisten toiminnallisten kehityskulkujen (skenaarioiden) sovittava edellä esitettyyn keskinäisriippuvuutta kuvaavaan viitekehukseen. Toisaalta on myös mahdollista luoda uusi selittävä viitekehys, joka oikeuttaa kokonaan uusia näkemyksiä siitä mikä on tulevaisuudessa mahdollista, todennäköistä ja haluttavaa.

LÄHTEET

- Ahokas, I. & Aakkula, J. (2010). Viisi skenaariota Suomen maa- ja elintarviketalouden tulevaisuudesta. Teoksessa: Niemi, J. (toim.), Maatalouspoliittisen toimintaympäristön ennakointi. MTT Raportti 7. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen, 106–117.
- Ahvenainen, M. (2014). Tiede, tutkimus ja tulevaisuudet. Tutu e-julkaisu 13/2014. Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto. 44 s. http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eTutu_13-2014.pdf
- Aiking, H. (2014). Protein production: planet, profit, plus people. *American Journal of Clinical Nutrition* 100(suppl.): 483S–9S.
- Aronen, I. (2012). Löytyykö keinoja valkuaisomavaraisuuden lisäämiseksi. Alituotantokasvien viljelypäivä 14.3.2012. Saatavilla: www.satafood.net/.../201%20alituotantokasvit /Ilmo%20Aronen.pdf. Luettu: 27.5.2016.
- Arthur, W.B. (1994). On the Evolution of Complexity. Teoksessa Cowan, G. A. – Pines, D. & Meltzer, D. (toim.) *Complexity Metaphors, Models and Reality*. Addison-Wesley Publishing Company. 65–81.
- Aschemann-Witzel, J. (2015). Consumer perception and trends about health and sustainability: trade-offs and synergies of two pivotal issues. *Current Opinion in Food Science* 3: 6–10.
- Asgar, M.A. – Fazilah, A. – Huda, N. – Bhat, R., & Karim, A.A. (2010). Nonmeat Protein Alternatives as Meat Extenders and Meat Analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9: 513–529.
- Austgulen, M. H. (2014). Environmentally sustainable meat consumption: an analysis of the Norwegian public debate. *Journal of Consumer Policy* 37: 45–66.
- Barber, R.S. – Braude, R. & Mitchell, K.G. (1977). The value of 'Pekilo protein' for growing pigs. *Animal Feed Science and Technology* Volume 2, Issue 2, June 1977, Pages 161–169.
- Becker, E.W. (2007). Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology Advances* 25(2): 207–210.
- Beddington, J. (2009). Food, energy, water and the climate: a perfect storm of global events? In Conference presentation given to the Sustainable Development UK Annual Conference, QEII Conference Centre, London, 19 March 2009. <http://www.bis.gov.uk/assets/gos-science/docs/p/perfect-storm-paper.pdf>
- Christensen, M. (1997). *The Innovator's Dilemma*. Harvard Business School Press, 1st edition Boston.
- Deutsch, D. (1997). *Todellisuuden rakenne*. Terra Cognita. Vaasa.

- de Boer, J. – Schösler, H. & Aiking, H. (2014). "Meatless days" or "less but better"? Exploring strategies to adapt Western meat consumption to health and sustainability challenges. *Appetite* 76: 120–128.
- de Boerg, H.C. – van Krimpen, M.M. – Blonk, H. & Tyszler, M. (2014). Replacement of soybean meal in compound feed by European protein sources – Effects on carbon footprint. Wageningen UR Livestock research, Report 319, Lelystad, 46 s.
- de Visser, C.L.M. – Schreuder, R. & Stoddard, F. (2014). The EU's dependency on soya bean import for the animal feed industry and potential for EU produced alternatives. *OCL Journal* 21/4, 8 s.
- EFSA (2015). Scientific Opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal* 2015/13(10): 4257, 60 pp.: doi 10.2903/j.efsa.2015.4257
- EIP-AGRI Focus Group (2014). Protein Crops: Final Report. 4-16. Saatavilla: <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/eip-agri-focus-group-protein-crops-final-report>. Luettu: 1.6.2016.
- Ericksen, P.J. (2008). What is the vulnerability of a food system to global environmental change? *Ecology and Society*, 13(2)
- FAOSTAT (2011). The Statistical Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consumption – Livestock and fish primary equivalent 2011. (<http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#ancor>)
- Finnamyl (2015). Finnamyl Oy investoi perunaproteiinin valmistukseen Kokemäellä. Saatavilla: <http://www.finnamyl.fi/tiedostot/Finnamyl-leaflet-Adven.pdf>. Luettu: 18.2.2016.
- Finola (2016). FINOLA-hamppulajikkeen kotisivut (http://www.finola.fi/hamppu_suomi.html).
- Forum for the Future (2014). The future of protein: summary report. The protein challenge 2040: Shaping the future of food. 39s. Saatavilla: https://www.forumforthefuture.org/sites/default/files/The_Protein_Challenge_2040_Summary_Report.pdf. Luettu: 27.5.2016.
- Franklin, A. (1999). *Animals and modern cultures*. London: Sage.
- Geels, F.W. & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36, 399–417.
- Geels, F.W. & Schot, J. (2010). The Dynamics of Transition: A Socio-Technical Perspective. Teoksessa Grin, J. Rotmans, J. Schot, J. Transition to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long Term Transformative Change. Taylor & Francis, 9–101.
- Geels, F.W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1. 24–40.
- Gjerris, M. – Gamborg, C., & Saxe, H. (2016). What to buy? On the complexity of being a critical consumer. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*: doi 10.1007/s10806-015-9591-6.

- Grunert, K.G. (2006). Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. *Meat Science* 74: 149–160.
- Harari, Y.N. (2016). *Sapiens ihmisen lyhyt historia*. Scandbook AS, Ruotsi.
- Helldán, A. – Luhtala, S. – Korhonen, T. – Kosola, M. – Männistö, S. – Ovaskainen, M.-L. – Pakkala, H. – Tapanainen, H. – Raulio, S. & Virtanen S. (2013). *Finravinto 2012 -tutkimus*. THL Raportti 16/2013. Tampere: Juvenes Print, Suomen Yliopistopaino Oy.
- Hemaiswarya, R. – Raja, R. – Ravi Kumar, R. – Ganesan, V. & Anbazhagan, C. (2010). Microalgae: a sustainable feed source for aquaculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 27 (8): 1737–1746.
- Hieta, N. – Hasan, T. – Mäkinen-Kiljunen, S. & Lammintausta, K. (2010). Makea lupiini. Uusi ruoka-allergeeni. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 126(12): 1393–9.
- HS (2014). "Suomalaistutkijat tekivät härkäpavusta leipää ja pastaa – uusi vaihtoehto hiilihydraateille." *Helsingin Sanomien uutinen*, 1.12.2014. (<http://www.hs.fi/ruoka/a1417402233834>)
- HS (2016). "Kauramyllyt tuplaavat tuotantokapasiteettiaan – suomalainen kaura viedään nyt käsistä." *Helsingin Sanomien uutinen*, 21.4.2016. (<http://www.hs.fi/talous/a1461205188603>)
- IBC Finland (2014). Ruhosta proteiinia -hanke. Saatavilla: <http://www.ibcfinland.fi/projects/protein-feed-from-grass-silage-b/>. Luettu 27.5.2016.
- Ikäheimo, E. (1999). *Maatalous*. Teoksessa: Suomen vuosisata. Tilastokeskus, Helsinki, 113–121.
- Iyengar, S. (2011). *Valitsemisen taito*. Art House, Tallinna.
- Jacobsen, S.-E. (2003). The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) *Food Reviews International* 19(1-2): 167–177.
- Jallinoja, P. – Niva, M. & Latvala, T. (2016). Future of sustainable eating? Examining the potential for expanding bean eating in a meat-eating culture. *Futures*: doi 10.1016/j.futures.2016.03.006.
- Katajajuuri, J.-M. & Pulkkinen, H. (2016). Liha ja ympäristö. Teoksessa Mattila, H. (toim.) *Vähemmän lihaa. Kohti kestäväää ruokakulttuuria*. Helsinki: Gaudeamus, 50–76.
- Kaukovirta-Norja, A. – Leinonen, A. – Morkkila, M. – Wessberg, N. & Niemi, J. (2015). Tiekartta Suomen proteiiniomavaraisuuden parantamiseksi. *VTT Vision* 6. 69s.
- Kauppalehti (2015a). "Soijan tuotanto paisuu, hinta voi laskea" *Kauppalehden uutinen* 18.2.2015 (<http://www.kauppalehti.fi/uutiset/raaka-aineet-soijan-tuotanto-paisuu--hinta-voi-laskea/LK3fAMZK>)
- Kauppalehti (2015b). "Onko tämä seuraava ruokahitti? Proteiinibuumi ei laannu." *Kauppalehden uutinen*, 5.10.2015. (<http://www.kauppalehti.fi/uutiset/onko-tama-seuraava-ruokahitti-proteiinibuumi-ei-laannu/PgCFFCVQ>)

- Keskitalo, M. – Ketoja, E. – Kontturi, M. – Mäki, M. – Pihlava, J.-M. & Rantamäki, P. (2007). Tattari - ihmeellisen hyvä viljelykasvi. Koetoiminta ja käytäntö, liite 19.3.2007, 64(1): 18.
- KM (2016). Rehujen valkuaisomavaraisuus kasvuun. Käytännön Maamies, 12.5.2016. Saatavilla: <http://kaytannonmaamies.fi/rehujen-valkuaisomavaraisuus-kasvuun/>. Luettu: 1.6.2016.
- Kovač, D.J. – Simeunović, J.B. – Babić O.B. – Mišan, A.C. & Milovanović, I.L. (2013). Algae in food and feed. Food and Feed Research 40(1): 21–31.
- Kovanen, S. Lapinoja, H. (2014). Ruokapyramidihuijaus: Mitä meille syötetään ja miksi? Atena. Jyväskylä.
- Kupsala, S. – Vinnari, M. – Jokinen, P. & Pohjolainen, P. (2011). Suomalaisten näkemykset tuotantoeläinten hyvinvoinnista. Maaseudun Uusi Aika 3/2011: 20–35.
- Köhler, J. (2012) A comparison of the neo-Schumpeterian theory of Kondratiev waves and the multi-level perspective on Transitions. Environmental Innovation and Societal Transitions 3 (2012) 1–15
- Latvala, T. – Niva, M. – Mäkelä, J. – Pouta, E. – Heikkilä, J. & Kotro, J. (2012). Diversifying meat consumption patterns: consumers' self-reported past behavior and intentions for change. Meat Science 92: 71–77.
- Lea, E.J. – Crawford, D. & Worsley, A. (2006). Public views of the benefits and barriers to the consumption of a plant-based diet. European Journal of Clinical Nutrition 60: 828–837.
- Lehtinen, S. (2014). Härkäpavun viljely ja käyttö lypsylehmien ruokinnassa. Opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu, 69 s.
- Lehtonen, H. (2016). Lihankulutuksen merkitys Suomen maataloudelle. Teoksessa: Mattila, H. (toimi.), Vähemmän lihaa. Gaudeamus, Tallinna, 104–127.
- Luke (2016). Ravintotase. <http://stat.luke.fi/ravintotase>.
- Lähde, V. (2013). Niukkuuden maailmassa. Niin & näin. Tampere.
- Maaseudun tiede (2009). Sinilupiinista uusi rehukasvi. Maaseudun tiede, liite 9.3.2009, 66(1): 9.
- Maaseudun tulevaisuus (2013). Kotimaisesta öljypellavasta huutava pula. Maaseudun Tulevaisuus, 27.11.2013.
- Makkar, H.P.S. & Ankers, P. (2014). Towards sustainable animal diets: a survey-based study. Animal Feed Science and Technology 198: 309–322.
- Malaska, P. & Virtanen, I. (2009). Theory of Futuribles and Historibles. Futura 1/2009. Philosophical Essays of Knowledge of the Future. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry., 65–84.
- Malaska, P. (2013). Tulevaisuustietoisuudesta ja tulevaisuudesta tietämisestä: Tulevaisuus mielenkiinnon kohteena. Teoksessa: Salminen, S. (toim.), Miten tutkimme tulevaisuutta? 3. uudistettu painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry, Helsinki, 14–22.

- Markkula, A. & Moisander, J. (2012). Discursive confusion over sustainable consumption: a discursive perspective on the perplexity of marketplace knowledge. *Journal of Consumer Policy* 35(1): 105–125.
- Massa, I. – Lillunen, A. & Karisto, A. (2006). Ruokaan liittyvät uudet merkitykset. Teoksessa Mononen, T. & Silvasti, T. (toim.) *Ruokakysymys. Näkökulmia yhteiskuntatieteelliseen elintarviketutkimukseen*. Helsinki: Gaudeamus, s. 156–182.
- Mathijs, E. (2015). Exploring future patterns of meat consumption. *Meat Science*, Volume 109, November 2015, Pages 112–116.
- Mattila, H. – Fogelholm, M. – Hopia, A. – Katajajuuri, J.-M. – Lehtonen, H. – Mäkelä, J. – Niva, M. – Ovaskainen, M.-L. – Pohjolainen, P. – Pulkkinen, H. – Risku-Norja, H. & Tapio, P. (2016). Millainen olisi kasvispainotteisempi Suomi? Teoksessa: Mattila, H. (toim.), *Vähemmän lihaa*. Gaudeamus, Tallinna, 191–200.
- Meristö, T. (2013). Skenaariotyöskentely strategisessa johtamisessa – Miksi Skenaarioita? Teoksessa: Salminen, S. (toim.), *Miten tutkimme tulevaisuutta? 3. uudistettu painos*. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry, Helsinki, 179–187.
- MMM (2010). Rehustrategiatyöryhmän raportti. Työryhmämuistio MMM 2010:9, Helsinki, 41–50.
- Montonen, R. & Kontturi, M. (1997). Tattarin viljelytekniikka. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisu: A 14. Jokioinen: MTT.
- Mosquera-Losada, M.R. – McAdam, J.H. – Romero-Franco, R. – Santiago-Freijanes, J.J. & Rigueiro-Rodríguez, A. (2009). Definitions and components of agroforestry practices in Europe. In Rigueiro-Rodríguez, A. – McAdam, J. & Mosquera-Losada, M.R. (eds.) *Agroforestry in Europe. Current Status and Future Prospects*. Advances in agroforestry, volume 6/2009, ISBN: 978-1-4020-8271-9, p. 3–19.
- Mäkelä, J. & Niva, M. (2016). Liha suomalaisessa ruokakulttuurissa. Teoksessa Mattila, H. (toim.) *Vähemmän lihaa. Kohti kestäväää ruokakulttuuria*. Helsinki: Gaudeamus, s. 16–35.
- Netalgae (2012). Seaweed industry in Europe. Publications of the Netalgae project.
- Niemi, J. – Knuuttila, M. – Liesivaara, P. & Vatanen, E. (2013). Suomen ruokaturvan ja elintarvikehuollon nykytila ja tulevaisuuden näkymät. MTT Raportti 80: 67 s.
- Niemi, J. – Liesivaara, P. – Lehtonen, H. – Huan-Niemi, E. – Kettunen, L. – Kässi, P. & Toikkanen, H. (2014). EU:n yhteinen maatalouspolitiikka vuosina 2014–2020 ja Suomen maatalous. MTT raportti 130. Jokioinen.
- Niemi, J. & Ahlstedt, J. (2015). Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2015. 2. korjattu painos. Luonnonvarakeskus, Helsinki.
- Norokytö, N. (2010). Hyötyhampun käytön haasteet ja mahdollisuudet Suomessa. Opinnäytetyö. Kestävä kehitys. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

- Nonaka, I. – Kodama, M. – Hirose, A. & Kohlbacher, F. (2014). Dynamic fractal organizations for promoting knowledge-based transformation – A new paradigm for organizational theory *European Management Journal* 32, 137–146.
- Novel Food Catalogue (2016). European Commission. (http://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/catalogue/index_en.htm)
- Nykänen, A. (toim.) (2012) Typpi- ja valkuaisomavaraisuuden lisääminen palkokasveja tehokkaasti hyödyntämällä. MTT raportti 59, Jokioinen, 81–83.
- OECD-FAO (2011). OECD_FAO Agricultural Outlook 2011–2020. OECD, Paris. Saatavilla: <http://www.agri-outlook.org/>. Luettu: 31.5.2016.
- O’Keefe, L. – McLachlan, C. – Gough, C. – Mander, S. & Bows-Larkin, A. (2016). Consumer responses to a future UK food system. *British Food Journal* 118(2): 412–428.
- Pantzar, M. (2013). Evoluutioteoria tulevaisuudentutkimuksen metodina. Teoksessa: Salminen, S. (toim.), Miten tutkimme tulevaisuutta? 3. uudistettu painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry, Helsinki, 96–112.
- Papersmaker’s wiki (2011). Pekilo-proteiini (<https://www.papersmakerswiki.com/innovations/sivutuotteet/pekilo-proteiini>)
- Partanen, R. – Paloheimo, H. & Waris, H. (2013). Suomi öljyn jälkeen. Into. Helsinki.
- Patokorpi, E. & Ahvenainen, M (2009). Developing abduction-based method for future research *Futures*, Volume 41, Issue 3, April 2009, p. 126–139.
- Peltonen-Sainio, P. – Jauhiainen, L. – Hyövelä, M. & Nissilä, E. (2011). Trade-off between oil and protein in rapeseed at high latitudes: Means to consolidate protein crop status? *Field Crops Research* 121, 248–255.
- Peltonen-Sainio, P. & Niemi, J.K. (2012). Protein crop production at the northern margin of farming: to boost or not to boost. *Agricultural and Food Science* 21: 370–383.
- Peltonen-Sainio, P. (2013). Kotimaisen valkuaisomavaraisuuden parantaminen globaalimuutosten paineessa: OMAVARA 2010–2013, loppuraportti. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen, 17 s.
- Pirscher, F. (2016). Consuming for the sake of others: whose interests count on a market for animal-friendly products? *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 29(1): 67–80.
- Pohjolainen, P. & Tapio, P. (2016). Ovatko kuluttajat valmiita muutokseen? Teoksessa Mattila, H. (toim.) Vähemmän lihaa. Kohti kestävää ruokakulttuuria. Helsinki: Gaudeamus, s. 128–148.
- Pohjolainen, P. – Vinnari, M. & Jokinen, P. (2015). Consumers’ perceived barriers to following a plant-based diet. *British Food Journal* 117(3): 1150–1167.

- Pölkki, L. – Heikkilä, H. & Raulo, A. (2014). Lähiruokaa resurssiviisaasti julkisiin keittiöihin. Loppuraportti. Jyväskylän ammattikorkeakoulu/Sitra.
- Rantakaulio, T. (2014). Maatiaiskasvi 2014 – Tattari eli viljatatar. Maatiainen ry. (<http://www.maatiainen.fi/tekstit/tattari2014.htm>)
- Raulio, S. & Roos, E. (2012). Työaikaisen aterioinnin väestöryhmäerot ja yhteys ruokavalion laatuun. *Sosiaalilääketieteellinen Aikakauslehti* 49(2): 140–7.
- Robinson, J.B. (1990). Futures Under Glass: A Recipe for People Who Hate to Predict. *Futures* 22, 820–842.
- Sans, P. & Combris, P. (2015) World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961–2011). *Meat Science*, Volume 109, November 2015, Pages 106–111.
- Schösler, H. – de Boer, J. & Boersema, J.J. (2012). Can we cut out the meat of the dish? Constructing consumer-orientated pathways towards meat substitution. *Appetite* 58: 39–47.
- Setälä, J. & Saarni, K. (2015). Kalamarkkinakatsaus 2014. Luonnonvarakeskus.
- Setälä, J. – Kankainen, M. – Vielma, J. – Niukko, J. – Pitkämäki, A. – Saario, M. – Ahvenharju, S. – Hillgren, A. & Tommila, P. (2015). Itämerirehua kotimaisista kalavirroista. Loppuraportti. Luonnonvarakeskus, Helsinki, 33 s.
- Shove, E. – Panzar, M. & Watson, M. (2012). The dynamics of social practice. *Everyday life and how it changes*. London: Sage.
- Sillanpää, M. (1999). Happamasta makeaan. Suomalaisen ruoka- ja tapakulttuurin kehitys. Hyvää Suomesta.
- Spaargaren, G. – Oosterveer, P. & Loeber, A. (2012). Food practices in transition. Changing food consumption, retail and production in the age of reflexive modernity. Routledge, New York, 351 s.
- Suomen kalakauppiasliitto ry (2015). "Suomalaisen lautaselle halutaan kotimaista kalaa". Suomen kalakauppiasliitto ry:n uutisia, 24.3.2015. (<http://kalakauppiasliitto.fi/wp/?p=251>)
- SYKE (2013). Levien, simpukoiden, järviruo'on ja mikrobien kasvatusta voidaan hyödyntää Itämeren tilan parantamisessa. Suomen ympäristökeskuksen tiedotteita, 2.9.2013. (http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Itameren_vesistöjen_ja_vesivarojen_kestava_kaytto/Levien_simpukoiden_jarviruoon_ja_mikrobi%2825362%29)
- Taelman, S.E. – De Meester, S. – Van Dijk, W. – da Silva, V. & Dewulf, J. (2015). Environmental sustainability analysis of a protein-rich livestock feed ingredient in the Netherlands: microalgae production versus soybean import. *Agriculture and Food Science*, 101. 61–72.
- Tieto & Trendit (2014). "Miten menetimme edullisemmän ruuan?" Tieto & Trendit lehden artikkeli 6.6.2014 (<http://tietotrendit.stat.fi/mag/article/67/>)

- Uusi Suomi (2013). "Opettaja suuttui: Mitä ihmeen Quornia lapsille syötetään?" Uusi Suomi -lehden uutinen, 9.9.2013. (<http://www.uusisuomi.fi/kotimaa/62206-opettaja-suuttui-mita-ihmeen-quornia-lapsille-syotetaan>)
- Wahlen, S. – Heiskanen, E. & Aalto, K. (2012). Endorsing sustainable food consumption: prospects from public catering. *Journal of Consumer Policy* 35: 7–21.
- Valovirta, V. – Nieminen, M. – Pelkonen, A. – Turkama, P. – Heikura, T. – Lindman, J. – Inkinen, S. & Kaivo-oja, J. (2011). Systemisen muutoksen haasteet ja innovaatiotoiminnan mahdollisuudet. Tapaustutkimuksia ja politiikkanäkökuja. *Tekesin katsaus* 286/2011.
- van Huis, A. – van Itterbeeck, J. – Klunder, H. – Mertens, E. – Halloran, A. – Muir, G. & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security*. FAO Forestry Paper 171. Rome: FAO.
- Verbeke, W. – Spranghers, T. – De Clercq, P. – De Smet, S. – Sas, B. & Eeckhoutte, M. (2015). Insects in animal feed: Acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stakeholders and citizens. *Animal Feed Science and Technology* 204: 72–87.
- Vielma, J. – Setälä, J. – Airaksinen, S. – Kankainen, M. – Tarkki, V. – Kaitaranta, J. – Norström, A. & Nurmio, J. (2014). Vähäarvoisen kalamateriaalin jalostus lisäarvotuotteiksi – liiketoimintanäkymät. *RKTL:n työraportteja* 28/2013, Helsinki, 62s.
- Vilja-alan yhteistyöryhmä (2012). *Kansallinen viljastrategia 2012–2020* (2012). Vammalan Kirjapaino Oy.
- Vinnari, M. & Vinnari, E. (2014). A framework for sustainability transition: the case of plant-based diets. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 3: 369–396.
- VRN (2014). *Terveyttä ruoasta. Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014*. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy.
- VTT (2013). Levästä biopolttoaineiden ja biokemikaalien tuottoeliö myös Suomen viileässä ilmastossa. VTT:n uutisia, 20.3.2013. (<http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/lev%C3%A4st%C3%A4-biopolttoaineiden-ja-biokemikaalien-tuottoeli%C3%B6-my%C3%B6s-suomen-viile%C3%A4ss%C3%A4-ilmastossa>)
- WWF (2014). *The Growth of Soy: Impacts and Solutions*. Gland/Switzerland: WWF International.
- YLE (2013). "Kvinoa juurtuu Suomeen Liedon ja Tarvasjoen pelloilla." *YLE uutiset*, 12.9.2013. (http://yle.fi/uutiset/kvinoa_juurtuu_suomeen_liedon_ja_tarvasjoen_pelloilla/6827407)
- Zhang, Y. – Geng, W. – Shen, Y. – Wang, Y. & Dai, Y.-C. (2014). Edible mushroom cultivation for food security and rural development in China: bio-innovation, technological dissemination and marketing. *Sustainability*, 2014, 6: 2961–2973.
- Öljypellavan viljelyopas (2010). *Elintarviketeollisuusliitto ry / Öljypellavayhdistys*. Forssa: Forssan Kirjapaino Oy.

AIKAISEMPIA TUTU e-JULKAISUJA

- 3/2016 Heinonen, Sirkka – Leponiemi Lauri & Parkkinen Marjukka: Futuristiset rakennukset metaforisina viesteinä. Rakennetun kaupunkikuvan tulkintaa tulevaisuusperspektiivistä.
- 2/2016 Nygrén, Nina A.: Järvien hoito ja kunnostus 2030. Tulevaisuusverstaiden tulokset.
- 1/2016 Kuhmonen, Tuomas – Saarimaa, Riikka – Nurmi, Timo – Ahokas, Ira – Hyvönen, Katja & Kaskinen, Juha: Paikallisen ruuan tulevaisuuskuvat.
- 13/2015 Heikkilä, Katariina: Sustainability Studies in Universities – Review on Study Modules of Sustainable Development and Responsible Business in Finnish and some European Universities.
- 12/2015 Heinonen, Sirkka – Balcom Raleigh, Nicolas – Karjalainen, Joni – Minkkinen, Matti – Parkkinen, Marjukka & Ruotsalainen, Juho: CLA Game Report. Causal Layered Analysis Game on Neo-Carbon Energy Scenarios.
- 11/2015 Hietanen, Olli – Nurmi, Timo & Heikkilä, Katariina: The Visions for the Fur Industry.
- 10/2015 Heinonen, Sirkka & Balcom Raleigh, Nicolas: Continuous Transformation and Neo-Carbon Energy Scenarios.
- 9/2015 Hietanen, Olli – Nurmi, Timo & Heikkilä, Katariina: The Visions for the Saga Furs.
- 8/2015 Aho, Samuli & Kaivo-oja, Jari: Intian ja Kiinan hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus 2020. Ympäristötaloudellisen Kuznets-käyräteorian testaus ja ennusteisiin tähtäävä aikasarja-analyysi.
- 7/2015 Kuhmonen, Tuomas – Hyvönen, Katja – Ahokas, Ira – Kaskinen, Juha & Saarimaa, Riikka: Paikallinen ruoka ja kestävä kehitys. Kirjallisuuskatsaus.
- 6/2015 Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni & Ruotsalainen, Juho: Towards the Third Industrial Revolution: Neo-Carbon Energy Futures Clinique I.
- 5/2015 Karhunmaa, Kamilla – Pitkänen, Outi & Tuominen, Visa: Assessing the co-benefits of house hold energy technology carbon offset projects.

Tutu e-julkaisuja 4/2016

Ira Ahokas, Marko Ahvenainen, Pasi Pohjolainen & Tuomas Kuhmonen

PROTEIINIKYSYMYS JA SEN RATKAISUMAHDOLLISUUDET SUOMESSA

Systeminen tarkastelu sekä kirjallisuuskatsaus järjestelmän nykytilasta ja muutospoluista

ISBN 978-952-249-418-4

ISSN 1797-1322

