



Uusia proteiinilähteitä ruokaturvan ja ympäristön hyväksi (ScenoProt)

Tilannekuvaraportti 2015

Anne Pihlanto (konsortion johtaja), Sirpa Kurppa, Susanna Rokka, Pirjo Mattila, Marjo Keskitalo, Marketta Rinne, Jouni Vielma, Henri Vanhanen, Hilkka Siljander-Rasi, Raija Tahvonen; Helsingin yliopisto: Anne-Maria Pajari, Vera Mikkilä
Turun yliopisto: Tuomas Kuhmonen, Ira Ahokas; Jyväskylän yliopisto: Tiina Silvasti, Ari Paloviita; Makery Oy: Antti Isokangas



Kansainvälisen toimintaympäristön tiedontason kartoitus

2015

Anne Pihlanto, Sirpa Kurppa, Susanna Rokka, Pirjo Mattila, Marjo Keskitalo, Marketta Rinne, Jouni Vielma, Henri Vanhanen, Hilkka Siljander-Rasi, Raija Tahvonen; Helsingin yliopisto: Anne-Maria Pajari, Vera Mikkilä
Turun yliopisto: Tuomas Kuhmonen, Ira Ahokas; Jyväskylän yliopisto: Tiina Silvasti, Ari Paloviita; Makery Oy: Antti Isokangas

1. Tiivistelmä

ScenoProt -hankkeen visiona on, että Suomen valkuaisomavaraisuus vuonna 2030 on noin 60 % ja kuluttajat syövät maukkaita, terveellisiä ja kestävästi tuotettuja elintarvikkeita, joiden proteiinikoostumus on optimoitu eri ikäluokille ravitsemussuosituksen mukaisesti.

Vuonna 2030 kuluttajat ovat monipuolistaneet ruokavaliotaan vähentämällä lihan käyttöä ja käyttämällä enemmän kasvi- sieni- ja kalatuotteita. Tämän seurauksena kansanterveys on parantunut ja kroonisten sairauksien, esim. diabeteksen ja syövän, ilmaantuvuus on kääntynyt laskuun. Olemme selvittäneet uusien mahdollisten proteiinilähteiden soveltuvuutta myös eläinten rehuksi.

Monia perinteisiin ja uusiin lähteisiin perustuvia elintarvikkeita ja rehutuotteita on ilmestynyt markkinoille ja niitä käytetään yleisesti. Ne ovat saavuttaneet maailmanlaajuisilla markkinoilla kukoistavan brändin, joka perustuu resurssitehokkaaseen ja ilmastoneutraalin toimitusketjuun.

2. Mihin ongelmaan konsortio hakee ratkaisua?

Lisääntyvä lihan kulutus kuormittaa ilmastoa. Suomen sika- ja siipikarjatuotanto on riippuvainen ulkomaisesta rehuvalkuaisraaka-aineesta, erityisesti soijasta. Kasviproteiinin käyttöä rajoittaa sen sulavuus ja aminohappokoostumus sekä kuluttajien vähäinen kiinnostus.

- Ruuan tuotannon ympäristövaikutukset
 - Lihan tuotanto ja kulutus
- Suomen alhainen proteiiniomavaraisuus (n. 15 %)
 - Riippuvuus tuontisoijasta – soijan tuotanto ei ole kestäväällä pohjalla
 - Yksipuolinen tuotanto
- Terveellisen ruokavalion (siirtyminen eläinperäisestä kasviperäisiin proteiinin lähteisiin) merkitys terveydentilaan ja sairauksien ehkäisyyn
 - Ravitsemussuositukset
 - Terveystieteiden kustannukset
- Kuluttajien odotukset/vaativuudet

3. Toimintaympäristön tiedontaso tässä ongelmakentässä

Suomessa ja muissa kehittyneissä teollisuusmaissa on tutkittu varsin laajasti proteiiniomavaraisuuden lisäämistä ja tuontisoijan korvaamismahdollisuuksia kotimaisilla valkuaislähteillä. Tutkimuksen tulisi kuitenkin lähteä aiempaa holistisemmalta pohjalta. Olisi otettava huomioon, että ruokajärjestelmä on eri toimijoista koostuva, monitahoinen kokonaisuus. Siten myös proteiiniomavaraisuuden merkittävä kohentuminen edellyttää erillistarkasteluja laajempaa näkemystä ja kokonaisvaltaista muutosta niin tuotannossa, jalostuksessa kuin kulutuksessa.

3.1. Skenaariot

Laajempia, systeemisiä ja vaihtoehtoisia tulevaisuuksiin liittyviä skenaariotarkasteluja on tehty erityisesti ruokajärjestelmän yleisestä kestävästä ja ilmastomuutokseen sopeutumisesta. Osa kestävyyskenaarioista on myös painottanut erityisesti kuluttajanäkökulmaa.

Systeemisiä valkuaisomavaraisuuden parantamista koskevia skenaariotarkasteluja on sen sijaan tehty erittäin vähän. [Backcasting -menetelmään perustuvia skenaarioita](#) erityisesti lihan korvaamisesta ei-

eläinperäisellä ja ympäristöystävällisellä valkuaisella tehtiin Alankomaissa 1990-luvun puolivälissä. Uusien proteiiniruokien kulutusosuuden nostaminen 40 prosenttiin vuonna 2035 edellytti tutkimuksen mukaan muutoksia elintarvikkeiden prosessoinnissa ja kulutustottumuksissa. Osallistavan lähestymistavan käyttö edisti tavoitetta tukevien innovaatioiden syntyä seuraavien vuosien aikana. Suomessa VTT toteutti hankkeen, jossa laadittiin laadullisia [tiekarttoja proteiiniomavaraisuuden parantamiseksi](#). Vaihtoehtoisten polkujen määrällistä yhteensovitusta ja toteutumismahdollisuuksien arviointia ei ole sen sijaan tehty.

Kansallisen ruokaomavaraisuuden, -turvan ja -varmuuden strategisen painoarvon lisääntyminen ja aihepiirin tutkimuksen kasvu vuosien 2007 - 2008 markkinoiden ruuan voimakkaan hintaheilahtelun jälkeen voidaan tulkita olevan systeeminen muutos, jota ei voida ymmärtää yksittäisten ilmiöiden tai näkökulmien kautta. Taustalla on nähtävissä laajempi huoli yhteiskuntaa uhkaavista kestävyysvajeista (kriisiytymiskehitys) sekä luottamuksen väheneminen ruuan saatavuuteen yhteisiltä markkinoilta.

Globaali ruokaturva on tärkeä aihepiiri ruokajärjestelmän muutoksen tutkimuksessa. Kyse on laajamittaisesti ruokajärjestelmän toimintaa uhkaavien ekologisten, sosiaalisten, kulttuuristen ja taloudellisten haasteiden tunnistamisesta ja vaihtoehtoisten ratkaisujen löytämisestä paitsi makro- myös mikrotasolla. Tällainen laaja, globaali viitekehys avaa teemahorisontin myös kotimaisten proteiinikysymysten tutkimukselle, sillä tuotanto on edellä mainitun mukaisesti kiinteästi yhteydessä muuhun ruokajärjestelmään, minkä lisäksi Suomi on monella tavoin osa maailmanlaajuisia kauppaa-, materiaali-, ja ekologia verkostoja.

Ruokajärjestelmän kokonaisvaltaista dynamiikkaa on käsitelty melko vähän kestävyysdynamiikan transitiotutkimuksen näkökulmasta. Näiden pohjalta voidaan kuitenkin tunnistaa, minkälaisia toimijakokonaisuuksia tulisi ottaa huomioon luotaessa monipuolisia, käytännön ratkaisuihin painottuvia proteiiniomavaraisuusskenaarioita. Lisäksi kyseiset tutkimukset korostavat tarvetta uusien innovaatioiden tarkasteluun ja niiden synnyyn ja leviämismahdollisuuksien dynamiikkaan.

3.2. Vaihtoehtoiset proteiinilähteet

Valkuaisomavaraisuutta pyritään lisäämään tutkimalla elintarvike- ja rehukäyttöön soveltuvien proteiinipitoisten kasvien viljelyn lisäämistä ja monipuolistamista. Kasvien rinnalla tehostetaan sienten ja kalojen tuotantoa sekä käyttöä. Kiertotalouden keinoin pyritään lisäämään myös sienten viljelystä sekä tuomaan käyttöön uusia proteiinilähteitä, kuten hyönteiset ja innovatiivisia kasvualustoja käyttävä mikrobiproteiini.

3.2.1. Viljelykasvit

Viljelykasveista tärkeimpiä proteiinilähteitä ovat palkokasvit ja tietyt erikoiskasvit. Palkokasveista tärkeimmät Suomessa ovat herne ja härkäpapu. Herneen viljely on ollut tasaista ja härkäpavun viljely on yleistymään päin. Erikoiskasvit ovat viljoista ja nurmikasveista poikkeavia, alihyödynnettyjä satokasveja. Arviolta noin 10 % maataloista viljelee erikoiskasveja ja osa myös jatkojalostaa raaka-aineita tuotteiksi. Erikoiskasvit kiinnostavat keskikokoisia ja suuria kasvinviljelytiloja, joilla on tarvetta ja myös mahdollisuus viljelykiertoihin.



Palkokasvien kuten härkäpavun (*Vicia faba*) ja makealupiini (*Lupinus sp*) viljelyn ennustetaan lisääntyvän lähivuosina. Vuonna 2015 härkäpapua viljeltiin ennätysellisen paljon, kun vertailuna on aina vuodesta 1910 tehty tilastointi. Palkokasvit vaativat kasvuunsa pitkän kasvuajan.



Tattari (*Fagopyrum esculentum*) on gluteeniton elintarvikekasvi, jonka tuotanto Kiinan ja Venäjän pääviljelyalueilla on vähentynyt. Tattarin ehdoton valtti on sen vaatimattomuus ravinteiden suhteen. Juurieritteet pystyvät irrottamaan vaikealiukoista fosforia maaperästä. Rehevänä kasvaessaan tattari kilpailee rikkakasveja vastaan, kasvitauteja tai tuholaisia ei ole kasvilla havaittu.



Rypsi (*Brassica rapa subsp. oleifera*) on Suomen viljelyin öljykasvi. Keski-Euroopassa viljelty rapsi (*Brassica napus subsp. oleifera*) on myös valtaamassa alaa meillä. Lisäksi rypsi- ja rapsien syysmuotoisten lajien viljely on lisääntynyt viime aikoina Suomessa. Rypsiä ja rapsia viljeltiin Suomessa vuonna 2014 noin 60 000 hehtaaria.



Öljyhamppu (*Cannabis sativa*) on kuituhampun siemeniä tuottavan muoto, jonka viljelyn suosio on kasvanut nopeasti. Muiden erikoisöljykasvien tapaan se soveltuu viljeltäväksi viljakierrossa. Vaatimattomana viljelykasvina öljyhamppu kuuluu vähän tuotantopanoksia vaativien viljelykasvien joukkoon. Öljyhampun viljelyä on kasvattanut myös kysynnän lisääntyminen, kun kuluttajien tietämys siementen terveysvaikutuksista on lisääntynyt.



Kvinoa (*Chenopodium quinoa*) on viljojen tavoin käytettävä gluteeniton elintarvikekasvi, josta tunnetaan lukuisia laadullisesti ja ominaisuuksien suhteen erilaisia kantoja. Suomeen sopeutunut kanta menestyy pitkänpäivän oloissa, vaikka alkuperäisillä kasvualueilla lyhyttä päivää (pitkää yötä) suosivat ovat yleisimpiä. Kemiallisten kasvinsuojeluaineiden puuttuessa suurin kiinnostus on kohdistunut juuri luomuviljelyyn. Sukulaiskasveista amarantit (*Amaranthus sp.*) ja kanihua (*C. pallicuade*) ovat mahdollisia uusia kokeiltavia erikoiskasveja.

Taulukko 1 Eri proteiiniähteiden viljelypinta-alat ja tuotantomäärät (viljelykasvit 2014, <http://statdb.luke.fi>), valkuaispitoisuus (Fineli) ja arvio sadon käytöstä elintarvikkeisiin ja rehuksi.

	Viljely pinta-ala, ha	Sato, milj. kg (kuivapaino)	Valkuais- pitoisuus % kuiva- aineesta	Sadon käyttökohteet %	
				Elintarvikkeet	Rehut ja muut kohteet
Säilörehunurmet	471 600	1 978	15	0	100
Erikoiskasvit					
Rypsi ja rapsi	43 000	61	20	18	82
Öljypellava, Öljyhamppu	1 750	1	pellava 20 - 25 hamppu 25	pellava 20 - 30 hamppu 90	70 - 80 10
Härkäpapu ja herne	14 300	31	härkäpapu 27 – 38 herne > 20	1	99
Tattari ja kvinoa	1 200	1	13 – 16	100	0

Erikoiskasveihin liittyvä tutkimus linkittyy Luken hankkeisiin ja toimintaan:

- DIVERSIFOOD - Embedding crop diversity and networking for local high quality food systems: Luke tutkii tattarisienen alkuperän merkitystä satoon, lisäksi selvitetään monimuotoisen pellon käytön yhteyttä yhteiskuntaan.
- Laajat kansalliset ja kansainväliset verkostot alan toimijoihin (mm. [Protein2Food](#); International Buckwheat Research Association sekä tattarialan ja kvinoan toimijat eri puolilla maailmaa).
- ICOPP Core Organic II selvitettiin uusien valkuaiskasvien, peltonätkelmän ja esparsetin, valkuaisarvoa sikojen ruokinnassa

3.2.2. Nurmirehut ja niistä jalostettavat yksisoluproteiinit sikojen, kanojen ja kalojen ruokinnassa

Soija soveltuu useille tuotantoeläimille ja se on ravitsemuksellisesti erinomaista. Eräs edellytys kotimaisen kasviproteiinin käytölle rehuissa on kehittää kilpailukykyisiä prosessointitekniikoita rehuproteiinien tuotannolle. Sioilla liemiruokinnassa käytettäviä kotimaisia liemimäisiä valkuaislähteitä ovat erilaiset viljapohjaiset alkoholi-, tärkkelys- ja leipomoteollisuuden sivutuotteet. Eri rehukomponentit vaativat vaihtelevan koostumuksensa takia erilaisen teollisen täydennysrehun, jotta sikojen ravinnontarpeet saadaan tyydytettyä optimaalisesti. Varovaisen arvion mukaan 35–38 % Suomen lihasioista kasvaa ohravalkuaisrehulla ja noin 10 % muilla kotimaisilla teollisuuden sivutuotteilla. Suomessa käytetään kotimaista rypsiä rehuun noin 37 milj. kg (2014). Vain noin kolmannes rehurypsistä on kotimaista. Pääosa rypsiä käytetään märehitijöiden rehuksi rypsirouheen muodossa. Kotimaisia öljyteollisuuden sivutuotteita, rypsirouhetta ja –puristetta sekä pellavapuristetta, voidaan käyttää sikojen ja siipikarjan seoksissa rajoitetusti. Myös perunatärkkelysteollisuuden sivutuotteena syntyvän perunaproteiinin valmistus on käynnistynyt Suomessa.

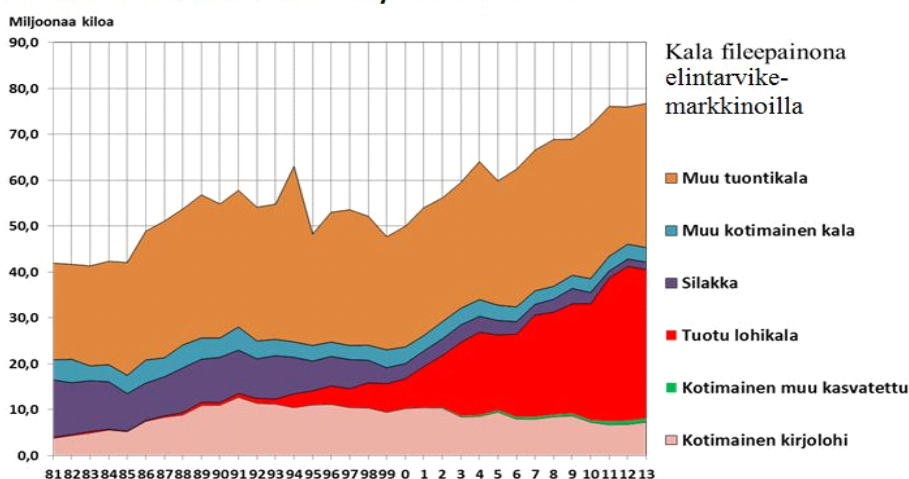
Lähes kolmannes Suomen pelloista kasvaa nurmea, jota käytetään nautojen, lampaiden ja hevosen rehuna. Nurmien käyttäminen sikojen ja kalojen ruokinnassa on mullistava ajatus, jolla onnistuessaan on lukuisia etuja. Suomen luonnonolosuhteet soveltuvat erinomaisesti laadukkaaseen ja runsaan nurmisadon tuottamiseen. Nurmien satotasoa ja viljelypinta-alaa on mahdollista lisätä, jos sadolle löytyy kilpailukykyistä käyttöä. Tässä hankkeessa kehitetään konseptia ja menetelmiä, joilla säilötystä nurmesta voidaan valmistaa uusia rehutuotteita sellaisille eläinlajeille, jotka eivät voi käyttää ruohoa sellaisenaan ravintona. Luke tekee parhaillaan nurmibiojalostamoihin liittyvää hankeyhteistyötä VTT:n kanssa Innofeed-hankkeessa.

3.2.3. Kalat valkuaisen lähteenä ja yksisoluproteiinin käyttö kalankasvatuksessa

Suomalaiset kuluttavat tällä hetkellä kalaa 14,9 kg/hlö vuodessa. Tuontikalan osuus kulutuksesta on yli 70 % ja kauppatase kalatalouden osalta miinuksella 350 milj. €. Kotimaisesta syödyistä kalasta luonnonkalan osuus on neljännes. Ammattimaisen kalastuksen saalis sisävesiltä on 6 milj. kg, josta yli 90 % on muikkua. Muikkukantoja voitaisiin kestävästi kalastaa huomattavasti nykyistä enemmän, mikäli saaliille olisi kysyntää. Vaikka jotkin kalakannat ovat uhanalaisia, niin pääosaa sisävesien kalakannoista voitaisiin kestävästi hyödyntää nykyistä enemmän. Särkikaloja ja muita ns. vähäarvoisia kaloja pyydetään vuosittain yli 2 miljoonaa kg. Vain hyvin pieni osa tästä proteiinista päätyy ihmisravinnoksi.

Silakkasaaliin jalostusaste on hyvin alhainen ja pääosa päätyy rehuksi turkiseläimille sekä viime vuosina yhä enemmän Tanskaan kalajauhotehtaille. Suomessa on käynnistymässä vuoden 2016 alussa kalajauhotehdas, joka muuttaa silakan rehumarkkinoita. Tämä tulee lisäämään kalarehun kotimaisuusastetta ja se mahdollistaa Itämeren ravinteiden kierrättämisen. Lisäämällä käyttöä elintarvikkeeksi ja kalarehun raaka-aineeksi, voitaisiin tuontia korvata ja lisätä proteiiniomavaraisuutta. Suomen kalamarkkinoiden kehitys on esitetty kuvassa 1.

Suomen kalamarkkinoiden kehitys vuosina 1981-2013



Kuva 1 Kalamarkkinat Suomessa (Setälä & Saarni, Kalamarkkinakatsaus 2014)

3.2.4. Sieniviljelyn kehittäminen proteiinituotantoa varten

Tällä hetkellä Kiina on suurin yksittäinen sienituotteiden kuluttaja ja tuottaja. Euroopan markkinat ja kulutus ovat maailman toiseksi suurimmat, molemmat ovat maailman tasolla 30 % tuotannosta. Tänä vuonna julkaistujen arvioiden mukaan Kiina olisi kasvattanut oman tuotantonsa jo 80 % maailman tuotannosta. Kiina kasvatti vuosittaisen tuotantonsa kolmessa vuosikymmenessä 60 tonnista 26 miljardiin kiloon. Kiinan esimerkki osoittaa, että maa- ja metsätalouden sivuvirtoja hyödyntämällä voidaan päästä huomattaviin tuotantomääriin lyhyessä ajassa.

Suomessa sienten viljely on keskittynyt intensiiviseen ja suuria investointeja vaativaan hallikasvatukseen, mutta potentiaalia sienten ekstensiiviviljelyyn löytyy Suomesta huomattavissa määrin etenkin runsaan metsävarannon vuoksi. Sientenviljelymenetelmien kehittäminen pelkäästään tähän metsänhoidon toimenpiteeseen voi tuottaa 0,5 - 20 miljoonan kilon sadon uudistetulta alalta neljän vuoden aikajänteellä.

Tavoitteenamme on kehittää Suomen oloihin sopivia matalan teknologian ja investointien sientenviljelymenetelmiä. Yhteistyökumppaneita olemme hakenneet sekä Euroopasta ja Aasiasta mm. Wageningen yliopisto, Korean metsäntutkimuslaitos, Zvolenin tekninen yliopisto, Slovakia.

3.2.5. Hyönteisten tuotanto ja merkitys proteiinin lähteenä

Länsimaissa ajatus hyönteisistä osana rehun raaka-aineita ja ihmisravintona on uusi ja erittäin ajankohtainen. FAO:n 2013 julkaiseman [raportin](#) jälkeen aihe on ollut jatkuvasti esillä medioissa, mikä on osaltaan ruokkinut pyrkimyksiä tutkia ja kehittää hyönteisten massatuotantoa ja hyödyntämistä ruokaketjussa sekä ihmisten että eläinten ravintona. [Sitran raportin](#) mukaan hyönteisillä voitaisiin kattaa 20 % maailman rehuntarpeesta.

Nähtäväksi jää, milloin hyönteisten kaupallinen tuotanto rehuksi ja ihmisravinnoksi päästään aloittamaan kunnolla Suomessa. EFSA on lokakuussa 2015 julkaissut alustavan arvionsa hyönteisten rehu- ja elintarvikekäytön riskeistä ja tulee antamaan uuden ohjeistuksen v. 2016. Teollisen hyönteistuotannon aloittaminen riippuu siitä, miten rehu- ja elintarvike-lainsäädäntöä tullaan soveltamaan ja millaisia määräyksiä tuotantoprosesseille tulee. *Nyt on tärkeää kuroa kiinni muualla tehty etumatka. Hyönteistalous tulee joka tapauksessa ja mieluummin kotimaisin voimin kuin kokonaan tuontitavarana.* Jos nykyisin Suomessa käytetystä soijasta korvattaisiin 5 % hyönteisjauholla, sen tuotantopotentiaali on 8 milj. kg vuodessa. Näillä edellytyksillä on mahdollisuuksia uuden yritystoiminnan syntymiseen ja ravinteiden kierrätykseen elintarviketuotannossa. Luke on tutkinut hyönteisten valkuaisarvoa rehuna ICOPP Core Organic II -hankkeessa. Käynnissä olevassa Hyönteiset ruokaketjussa -hankkeessa selvitetään kotimaisen hyönteistuotantoketjun lähtökohtia ja hyönteisten rehu- ja elintarvikekäyttöä.

Kansainvälisen hyönteisruoka- ja rehupaneelin lyhyen aikavälin tavoitteena on saada luvat käyttää kasviperäistä rehua hyönteisten ruokintaan ja käyttää hyönteisproteiinia sian, siipikarjan ja kasvatuskalan rehuna. Pidemmän aikavälin tavoitteena on saada lupa ruokkia hyönteisiä myös elintarvikesivuvirroilla (mukaan lukien kalaa ja lihaa sisältävät sivuvirrat) (Kuva 2).

The IPIFF workplan



IPIFF is asking for the **revision** of several pieces of the 'EU feed legislation' in order to allow insect products to be used as source of proteins for animal feed.

Substrate	Insect product	Target animal	Status
1a 100% vegetable	InsectProtein(PAP)	Petfood	Allowed
1b 100% vegetable	InsectProtein(PAP)	Fish	Not Allowed
1c 100% vegetable	InsectProtein(PAP)	Chicken, Pig	Not Allowed
2a Former Foodstuffs (incl. meat & fish)	InsectProtein(PAP)	Petfood	Not Allowed
2b Former Foodstuffs (incl. meat & fish)	InsectProtein(PAP)	Fish	Not Allowed
2c Former Foodstuffs (incl. meat & fish)	InsectProtein(PAP)	Chicken, Pig	Not Allowed

Kuva 2 . Kansainvälisen hyönteisruoka- ja rehupaneelin tavoitteet. (Lähde: [IPIFF – kansainvälinen hyönteisruoka- ja rehupaneeli](#))

3.3. Valkuaiskasvien prosessoinnista elintarvikkeiksi

Valkuaiskasvien käytön lisäämiseen on kasvava tarve, mutta niiden käyttöönotto elintarvikkeiden tai elintarvikeingredienttien valmistuksessa ei ole yksioikoista. Hyödyntäminen vaatii raaka-aineen kemiallisten, rakenteellisten ja teknologisten ominaisuuksien tuntemusta. Kasviproteiinipitoisten elintarvikkeiden valmistuksessa tulevaisuuden teknologioiden tulee mahdollistaa raaka-aineen haitallisten aineosien vähentäminen tai poistaminen (Taulukko 2). Monet haitalliset yhdisteet vaikuttavat myös kasviproteiinien hyväksikäytettävyyteen elimistössä. Toiminnallisuuden ja makuominaisuuksien hallinta prosesseissa ja

lopputuotteissa on myös usein haasteellista, koska kasviproteiinit käyttäytyvät eri tavalla kuin liha- ja maitoproteiinit.

Taulukko 2 Kasviproteiinilähteitä, niiden hyödyllisiä ja haitallisia yhdisteitä sekä markkinoilla olevia tuotteita

Valkuais lähde	Hyödylliset yhdisteet	Haitta-aineet	Tuotteet
Öljy-hamppu	Vitamiinit, kuitu, omega-3 ja 6, fenoliset yhdisteet	fytiinihappo, syanogeeniset glukosidit, tanniinit, trypsiini-inhibiittori	Markkinoilla eurooppalaista ja kiinalaista alkuperää olevia hampuproteiinivalmisteita. Hirvikorpi tällä hetkellä ainoa kotimaisen hampuproteiinin valmistaja
Palko-kasvit	Kuitu, vitamiinit, mineraalit, fenoliset yhdisteet	visiini ja konvisiini sekä fytiinihappo	Erilaisia kuivia tuotteita (papuja, jauhoja, rouhetta, pastaa). Eri valmistajia Suomessa: VersoFoods, Arolan tila, Vihreä Härkä
Kvinoa	Flavonoidit, fenoliset yhdisteet, folaatti	saponiinit	Varsinaista kvinoaproteiinia ei tietääksemme ole markkinoilla. Suomessa kvinoaa tuottaa ja prosessoi toistaiseksi vain Rainingon luomutila.
Rypsi, rapsi	Vitamiinit, mineraalit, fenoliset yhdisteet, bioaktiiviset peptidit	glukosinolaatit, fytaatit, tanniinit, napiini	Tuottajia Suomessa: Kankaisten öljy, Mildola – Avena Nordic Grain ja Sata-Öljy. Isolexx TM (Kanada) rypsi proteiini-isolaatti, jolla EFSA:n uuselintarvikehyväksyntä
Tattari	Fagopyriinejä sisältävät sokerit, fagomiini, fenoliset yhdisteet, kuitu, vitamiinit, mineraalit.	tanniinit	Perinteisesti tattaria käytetään paljon Venäjällä ja Itä-Euroopassa. Tattarin proteiinirikasteita ei ilmeisesti tällä hetkellä valmisteta. Suomessa suurin kotimaisen tattarin prosessoija on Keskisen Mylly, joka hankkii tattarin Pohjois-Pirkanmaan osuuskunnalta.

Soijaproteiinivalmisteita käytetään Suomessa yleisesti prosessoiduissa elintarvikkeissa lähinnä vedensidonnan parantamiseksi. Soijavalmisteita voidaan pitää vertailutuotteina elintarvikkeiden kehittämisessä, mutta edellytys kotimaisen kasviproteiinin käytölle elintarvikkeissa on kehittää soijatuotteille kilpailukykyisiä, maukkaita tuotteita.

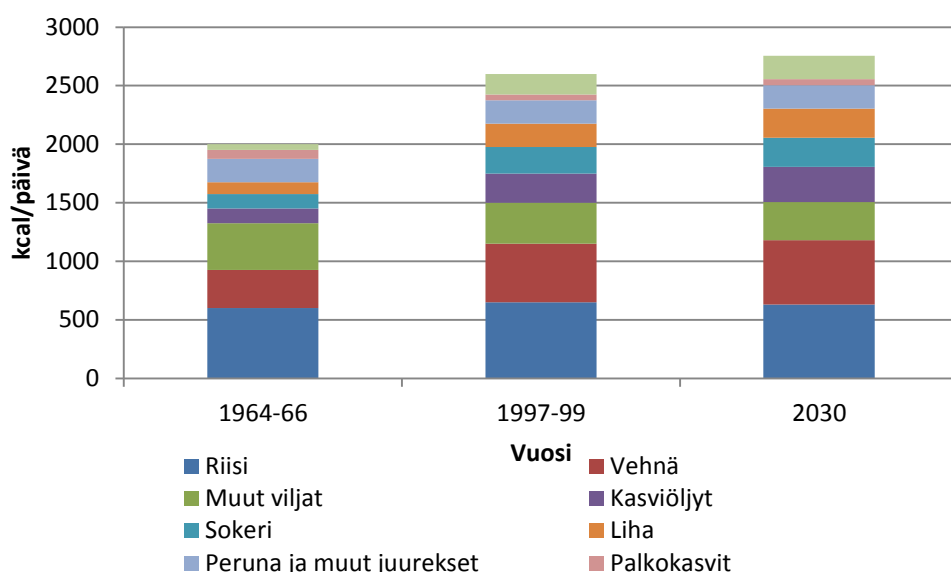
MTT:n (nyk. Luke) aikaisemmissa tutkimuksissa todettiin, että härkäpavun prosessoinnilla voidaan valmistaa soijan tyyppisiä elintarvikkeita (esim. maito ja jogurtti) ja vähentää haitallisia yhdisteitä. Luken tutkimusryhmä on tutkinut perunan ja rypsin proteiinien hydrolysointia bioaktiivisten peptidien tuottamiseksi lukuisissa hankkeissa. Ryhmällä on runsaasti osaamista myös erityyppisten näytteiden sekundäärimetaboliittien analysoinnista. VTT on tutkimuksissaan todennut, että härkäpavun mekaaninen käsittely yhdistettynä bioprosessointiin tuottaa hyvälaatuista tuotetta, joka soveltuu leivän ja pastan valmistukseen. [Apropos](#)-projektissa kehitettiin entsymaattinen menetelmä rypsirouheen proteiinien talteenottoon. [EUROLEGUME](#) -hankkeessa (Enhancing of legumes growing in Europe through sustainable cropping for protein supply for food and feed) tutkitaan mm. palkokasvien rehukäyttöä sekä kehitetään innovatiivisia elintarvikkeita (esim. välipaloja) käyttäen ekstruusiota. [Myllytystekniikkaa](#) on käytetty mm. kvinoaproteiinien tuottamiseksi Wageningenissa. Suomalainen tutkija on kehittänyt kaurasta proteiinin, jota voisi hyödyntää aivan samoin kuin esimerkiksi jauhelihaa (Gold&Green Foods Ltd). Käsittelynä käytetään kiinalaista soijan prosessointiin kehitettyä teknologiaa.

ScenoProt-hankkeessa tullaan määrittämään valittujen proteiinilähteiden hyöty- ja haittayhdisteet ja kehitetään prosesseja ja mallielintarvikkeita, joissa raaka-aineet hyödynnetään resurssitehokkaasti. Määritämme myös proteiinilähteiden ravitsemuksellista hyväksikäytettävyyttä selvittämällä proteiinilähteiden sulavuutta mallissa, jossa käytetään ihmisen ruuansulatuksen entsyymejä.

3.4. Terveellisyys

Keskimääräinen länsimainen ruokavalio, jossa on runsaasti lihaa, rasvaa ja sokeria ja vähän kasvikunnan tuotteita, on riski yksilön terveydelle, sosiaalisille järjestelmille ja ympäristölle. Lihavuus, tyypin 2 diabetes, verenpainetauti sekä syöpä ovat yleisiä ruokavalioon ja ruokatottumuksiin liittyviä sairauksia. Vuonna 2015 suomalainen söi lihaa noin 210 g/päivässä. Maatalouden päästöjen ja ravitsemuksen kannalta suositeltu liha-annos on 0-90 g/päivässä eli n. 30 kg vuodessa. Aikuisilla proteiinia suositellaan saatavaksi 10 - 20 % päivän energiasta, painokiloa kohti proteiinien tarve on 1,1-1,3 grammaa. [Finravinto 2012](#)- tutkimuksen mukaan suomalaiset saavat suurimman osan proteiinistaan liha-, maito- ja viljatuotteista.

Globaalisti lihan kulutus on kasvanut viime vuosikymmeninä ja sen oletetaan edelleen kasvavan (Kuva 3). Lukuisat tutkimukset ovat osoittaneet ruokavalion vaikutuksia ympäristöön ja terveyteen. USA:ssa tehdyn tutkimuksen mukaan ruokavalion muutoksella voidaan vähentää ympäristövaikutuksia, terveydenhoidon kustannuksia ja sairastumisriskiä. Kun punaisen lihan määrä puolitettiin, arvioitiin terveydenhoidon kustannusten alenevan 25-33 %, riskien sairastua diabetekseen, sydän- ja verisuonisairauksiin ja suolistosyöpyään 20-40 % sekä ympäristövaikutusten pienenevän 65-106 kg CO₂e/henkilö/vuosi.



Kuva 3 Ruokailutottumusten muutokset maailmanlaajuisesti (lähde FAO 2002)

Väestötutkimusten perusteella on vakuuttavaa näyttöä siitä, että runsas punaisen lihan kulutus on yhteydessä erityisesti lisääntyneeseen riskiin sairastua suolistosyöpiin ja tyypin 2 diabetekseen. Sen sijaan kiistaton näyttö yhteydet selittävistä biologisista mekanismeista puuttuu vielä. Toisaalta monet tutkimukset osoittavat, että runsas kasvikunnan tuotteiden käyttö on yhteydessä sekä pienempään kokonaiskuolleisuuteen että sairastumisriskiin. ScenoProt-hankkeessa tutkittavissa valkuaiskasveissa kuten kasvikunnan tuotteissa yleensäkin on kasviproteiinin lisäksi runsaasti ravintokuitua ja erilaisia bioaktiivisia yhdisteitä (Taulukko 2), joilla voi olla terveyttä edistäviä ja sairauksia ehkäiseviä vaikutuksia mm. glukoosiaineenvaihduntaan ja suoliston metaboliaan.

ScenoProt-hankkeessa tutkitaan, miten eläinperäisen proteiinin korvaaminen asteittain kasviperäisillä proteiiniähteillä vaikuttaa suoliston metaboliaan sekä tyypin 2 diabeteksen ja paksusuolen syövän biomarkkereihin terveillä koehenkilöillä. ScenoProt-hanke hyötyy menetelmällisesti ja tiedollisesti Helsingin yliopiston ravitsemustieteen osastolla parhaillaan meneillään olevista KarniMari- ja Preview-interventiohankkeista. KarniMari-hankkeessa tutkitaan, voidaanko lisäämällä marjoja ruokavalioon ehkäistä punaisesta lihasta suolistossa syntyviä haitallisia yhdisteitä. Hankkeessa tehdään menetelmällistä yhteistyötä Readingin yliopiston, Iso-Britannia, kanssa. PreView-hanke on puolestaan suuri EU-rahoitteinen konsortio, jossa tutkitaan mm. ruoan proteiinien merkitystä tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä.

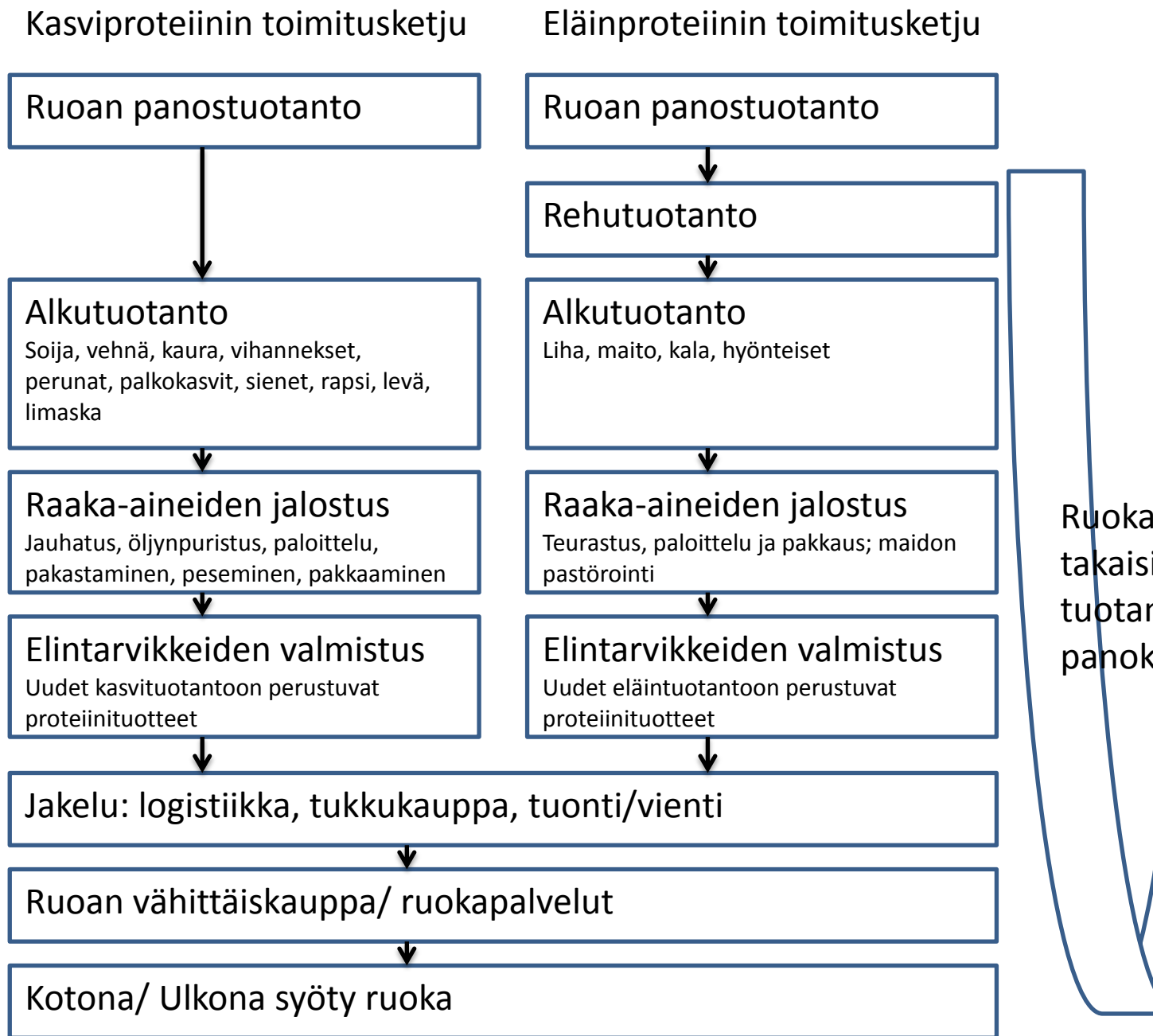
Kliinisen tutkimuksen lisäksi eläinperäisen proteiinin korvaamista kasviperäisellä ja sen vaikutuksia ravintoaineiden saantiin ja sairastumisriskiin väestötasolla simuloidaan käyttäen hyväksi Lasten

Sepelvaltimotaudin Riskitekijät (LASERI) –tutkimuksen aineistoa. LASERI-tutkimus on yksi maailman pitkäaikaisimmista ja kattavimmista tutkimuksista, jossa selvitetään sydän- ja verisuonitautien syntyyn vaikuttavia tekijöitä lapsuudesta alkaen. LASERI on osa kansainvälistä CHARGE-konsortiumia, johon kuuluu 33 väestökohorttia eri puolilla maailmaa ja jonka kanssa voidaan tehdä yhteistyötä myös ScenoProt-hankeessa.

Lisäksi selvitetään terveellisen ruokavalion vaikutuksia terveydenhuollon kustannuksiin.

3.5. Ekologinen, sosiaalinen ja taloudellinen kestävyys

Ruokajärjestelmä on erittäin monimutkainen ja sitä ohjaavat monet taloudelliset, kulttuuriset ja ympäristötekijät. Kasvipöytäproteiinin tuotannon ja prosessoinnin kestävyystarkastelu rakentuu elinkaarisesta kestävyden arvioinnin pohjalle. Elinkaarisessa (eli LCA-pohjaisessa) kestävyysarvioinnissa määritetään tuotannon kaikkien yksikköprosessien materiaali- ja energiatehokkuus sekä päätuotteen sivutuotteen osalta sekä kunkin yksikköprosessin osalta arvioidaan samalla prosessikohtaiset ympäristö- ja sosiaaliset vaikutukset. Proteiiniraaka-ainetuotannon osalta arviointi alkaa tuotantopanosten tehokkuus- ja vaikutusarvioinnista ja etenee läpi tuotanto- ja prosessointiketjun summien tehokkuuden ja vaikutukset suhteessa lopputuotteen määrään eli funktionaaliseen yksikköön (kuva 4). Resurssien käytön tehokkuus ja ympäristövaikutukset muodostavat kuvan proteiinituotannon ympäristösuorituskyvystä. Kun tähän liitetään elinkaarinen sosioekonominen tarkastelu, saadaan kokonaiskuva tuotannon suorituskyvystä kestävyden suhteen (performance for sustainability). Tarpeen tullen funktionaalisen yksikkönä voidaan käyttää muutakin kuin lopputuotteen painoa; esimerkiksi lopputuotteen ravitsemusarvo voi olla funktionaalinen yksikkö. Näin ollen erilaisia proteiinituotteiden ympäristösuorituskykyä voidaan verrata suhteessa erilaisten tuotteiden ravitsemusarvoon.



Kuva 4. Proteiinin tarjontaketjujen ekologinen, sosiaalinen ja taloudellinen kestävyys

Lähde: Ari

Pää- ja sivuvirtojen välinen ympäristötehokkuuden optimointimahdollisuus määräytyy tuotantotilanteiden, käytettävän teknologian tai osaamistason sekä hyödyntävien markkinoiden mukaisesti. Kahteen tai useampaan lopputuotteeseen johtavassa tuotantoketjussa on joissain tapauksessa vaikea erottaa mikä tuotevirroista on päävirta mikä sivuvirta; esimerkiksi öljykasvien prosessointi kasviöljyksi tai proteiinituotteeksi on tällainen. Tällöin tuotantoprosessien optimointi joudutaan ratkaisemaan monien tekijöiden perusteella; niitä ovat eri prosessien materiaali- ja energiatehokkuudet, ympäristövaikutusten haitallisuustasot, mahdolliset tuotantoon liittyvät ekotoksiset haitat, lopputuotteiden kysyntä, lopputuotteiden laatuvaatimus, lopputuotteiden ravitsemusarvo ja sen kansanterveydellinen merkitys ja tietenkin ainakin tuotantokustannukset ja lopputuotteiden hinta. ScenoProt -tutkimuksessa proteiinituotteiden suorituskyvyn arviointi viedään konkreettiseen alueelliseen tarkasteluun, jonka Jyväskylän yliopisto toteuttaa.

Tutkimusryhmä on vakiinnuttanut paikkansa *kestävän ruokaturvan* tutkimuksen kansainvälisessä tutkimuskentässä. Luonnonvarakeskuksen ympäristövaikutusosaaminen perustuu MTT:ssä 1990-luvun puolivälissä, kansainvälisestikin ensimmäisten joukossa aloitettuun ympäristövaikutusarviointiosaamisen kehittämiseen. Maatalouden ja ruokatuotannon ympäristövaikutusosaamisen keskittymä on mittava koostuen elinkaariarviointiin ja sen kehittämiseen keskittyvästä tutkimustiimistä sekä systeemiseen näkökulmaan keskittyvästä tutkimustiimistä. Parhaillaan meneillään olevia eurooppalaisia yhteistyöhankkeita ovat raaka-ainetuotantoon keskittyvä SOLID (Sustainable Organic Low-Input Dairying), ja Prominent (PROtein MINing of Cereal side-streams Exploring Novel Technological Concepts). Jyväskylän yliopiston tutkimusryhmä on monitieteisyydessään ainutlaatuinen yhteiskuntatieteellisen elintarviketutkimuksen edelläkävijä, jonka tietopohja rakentuu lukuisten kotimaisten projektien varaan ja käynnissä olevaan Tulevaisuuden ruokaturva Suomessa - Analysoitavana ruokajärjestelmän haavoittuvuus, hankkeeseen. Ryhmä osallistuu mm. EU:n rahoittamaan, 13 partnerin tutkimushankkeeseen TRANSMANGO (Assessment of the impact of drivers of change on Europe's food and nutrition security).

[SUSFOOD-ERA_net](#) (SUStainable FOOD production and consumption) on 25 eurooppalaisen tutkimuslaitoksen verkosto, jonka tarkoituksena on tutkimuksen avulla kehittää kestävämpään ruuan tuotantoon ja kulutukseen tähtääviä ruokajärjestelmiä. Edellisellä rahoituskaudella SUSFOOD kokosi yhteisen strategisen tutkimusagendan, kartoitti eurooppalaista tutkimusta ja järjesti kaksi tutkimusrahoituksen hakukierrosta. Verkoston toiminta jatkuu edelleen.

3.6 Kuluttajanäkökulma

Lihan kulutuksen vähentäminen, vaihtoehtoiset proteiinin lähteet, erityisesti erilaiset palkokasvit, hyönteiset ja erilaiset *"like meat"* -tuotteet ovat olleet eurooppalaisittain kiinnostava tutkimuksen kohde viime vuosina. Suuri osa tutkimuksesta keskittyy kuitenkin prosessoitavuuteen, ravitsemukselliseen laatuun ja ympäristötekijöihin vain pienen osa ottaessa kantaa kuluttajahyväksyntään konkreettisella tasolla. Kuitenkin, projektit kuten esimerkiksi saksalainen [LikeMeat](#) (2010-2012) ja hollantilaistaustainen [PROFETAS](#) (2006-) sekä monikansallinen, EU:n seitsemänneistä puiteohjelmasta rahoitettu [LEGATO](#) ovat hankkeita, joihin on ScenoProt-hankkeen toimenpiteitä suunniteltaessa tutustuttava huolella. Kuluttajahyväksyntää tutkitaan myös skotlantilaisessa [Rowett Institute of Nutrition and Health](#)'issa, jossa on käynnissä hanke, jossa parhaillaan tutkitaan proteiinin kulutuksen ja ruokavalion muuttamisen esteitä (*barriers to change*). Näyttää siltä, että lihan kulutuksen vähentämisen ympäristö- ja terveysvaikutukset ovat kuluttajille monelta osin tuttuja, mutta käytännössä valmius vaihtamiseen on heikko. Tähän vaikuttavat kulttuurilliset tekijät (tottumus lihansyöntiin, tottumattomuus kasviproteiineihin), sekä toisaalta se, että monet tarjolla olevat vaihtoehdot eivät ole aistinvaraisesti kuluttajia miellyttäviä. Tämä on keskeisin teema, johon ScenoProt- projektissa yritämme löytää ratkaisun osallistamalla kuluttajat mukaan kehitykseen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Kaupallisesti kasviperäiset proteiinit ja niiden kehittäminen ovat herättäneet kiinnostusta viime vuosina: Soijajalosteet, pavut, quorn ja vehnägluteeni (*seitan*) ovat tulleet niin eurooppalaisille kuin suomalaisillekin markkinoille entistä vahvemmin. Etenkin juomat, välipalat ja ateriakomponentit ovat tuotesegmenttejä, joissa tarjonta on viime vuosina lisääntynyt. Valtaosa jalosteista on toistaiseksi soijaa, mutta myös papujalosteet ja viljaperäiset sovellukset ovat suosittuja. Lisääntynyt tarjonta kasvattaa kuluttajien kiinnostusta, mikä edelleen kiihdyttää tuoteryhmän kasvua monilla markkinoilla. Kasvusuuntainen markkinapotentiaali tarjoaa osaltaan mahdollisuuksia myös suomalaisille yrityksille. Maailmanlaajuisesti kasviproteiinien kaupan arvon ennustettiin v. 2014 ylittävän 10 mrd. € arvon vuonna 2018 ([Nutrikeo 2014](#)).

Hyönteisten osalta lainsäädäntö kieltää Iso-Britanniaa, Belgiaa ja Alankomaita lukuun ottamatta niiden markkinoinnin ihmisravinnoksi, eikä sitä osittain siitä johtuen ole tutkittu läheskään yhtä paljon kuin muita vaihtoehtoisia proteiinin lähteitä. Lainsäädännön kuitenkin odotetaan muuttuvan sallivammaksi myös muualla Euroopassa, jonka vuoksi alalle on jo syntynyt uusia yrityksiä.

4. Hankkeen tuoma lisäarvo

Monitieteinen, huippuasiantuntijoista koostuva tutkimusryhmä ja sidosryhmät kattavat koko arvoketjun alkutuotannosta loppukäyttäjiin. Konsortion osallistajat edustavat myös alansa huippua ja täydentävät

osaamisia. Tutkimuskonsortio luo tieteellistä ja käytännön tietoa ja mahdollistaa innovaatioiden leviämisen ja niihin liittyvät sosioekonomiset ja teknologiset siirtymät. Hanke mahdollistaa uusien älykkäiden ratkaisujen käyttöönoton rehu- ja elintarviketuotannossa ja edistää kuluttajien hyvinvointia.

Monipuolistaminen on keskeinen ympäristön ja ruokajärjestelmän kestävyttä lisäävä tekijä. Koko ruokajärjestelmän kestävyys paranee, kun viljelykierrossa on mukana tyypeä sitovia kasveja. Energian tarve vähenee ja kiertotalous mahdollistuu ruokajärjestelmässä. Kasvintuotannon monipuolistaminen on myös yksi EU:n maatalouspolitiikan tärkeimmistä tavoitteista (CAP). Ilmastonmuutoksen tuomat uudet mahdollisuudet vaihtoehtoisten viljelykasvien ja uusien lajikkeiden viljelyyn tunnetaan ja otetaan huomioon kehitystyössä. Nurmirehujen korkeat tuotantomahdollisuudet ja myönteiset ympäristövaikutukset hyödynnetään kotieläintaloudessa, kun biojalostamot parantavat nurmibiomassan käyttömahdollisuuksia. Kiertotaloutta hyödynnetään sienten ja hyönteisten kasvatuksessa. Kestävä ja resurssitehokas ruoantuotanto lisää luonnon monimuotoisuutta, taloudellinen tila paranee ja uusia maatilaperusteisia yrityksiä aloittaa toiminnan.

Terveyspolitiikan tulee ohjata kuluttajia kohti terveellistä ruokavaliota, koska sillä on keskeinen merkitys ruokavalioon liittyvien sairauksien ehkäisyssä. Tuotamme tietoa eläinproteiinien käytön vähentämisen ja kasviproteiinin lisäämisen vaikutuksista terveyteen. Näitä tietoja voidaan hyödyntää terveys-, maatalous- ja elintarvikepoliittisessa ohjauksessa, terveydenhuollossa sekä terveystuotetuksessa. Hankkeen tuloksia tullaan todennäköisesti hyödyntämään tulevissa ravitsemussuosituksissa. Mikäli poliittisella ohjauksella ja tiedottamisella saadaan kuluttajat kiinnostumaan kasviproteiinien laajemmasta käytöstä, hankkeella saattaa olla merkittävä vaikutus kroonisten sairauksien, kuten tyypin 2 diabetes ja suolistosyövän, torjunnassa ja kansanterveyden parantamisessa.

Tulemme merkittävästi lisäämään tietoa vajaasti hyödynnettyjen ja uusien proteiinilähteiden terveys- ja turvallisuusnäkökohdista sekä käyttömahdollisuuksista erilaisissa tuotteissa. Tiedämme, miten erilaiset käsittelymenetelmät vaikuttavat hyödyllisiin ja ravitsemuksen kannalta haitallisiin komponentteihin. ScenoProt-hanke täydentää nykyistä tietämystä paitsi kasviproteiinien saantiin liittyvistä mahdollisesti merkittävistä myönteisistä terveysvaikutuksista myös niiden fysiologisista vaikutusmekanismeista. Vaihtoehtoisten proteiinilähteiden hyödyntäminen ja siirtyminen kestävämpään ruokavalioon luovat merkittäviä mahdollisuuksia elintarvikealan teollisuudelle. Tuotantojärjestelmien muuttuminen alueellisemmiksi huomioi paremmin maankäyttöön liittyvät muutokset ja antaa uusia mahdollisuuksia pk-yritysten toiminnalle. Uudet teknologiat ja uudet tavat tuottaa ravitsevia ja monipuolisia elintarvikkeita tarjoavat kuluttajille maukkaita ja terveellisiä proteiinipitoisia vaihtoehtoja. Pk-yritykset ja paikalliset osuuskunnat lisäävät ruokavalion monimuotoisuutta ja tuovat paikallista makua.

5. Millä keinoilla konsortio tekee tämän?

Konsortion tavoitteena on lisätä ruokaturvaa, biodiversiteettiä, resurssitehokkuutta ja kiertotaloutta:

- selvittämällä reitit omavaraisuusasteen nostamiseen (backcasting)
- lisäämällä kasvinviljelyn biodiversiteettiä (alihyödynnetyt raaka-aineet viljelykasvit, sienet) sekä uusia proteiinilähteitä (vesiviljely, hyönteiset, nurmibiojalostamot)
- lisäämällä raaka-aineiden ravitsemuksellista laatua ja kehittämällä uusia tuotteita
- arvioimalla raaka-aineiden ja prosessoitujen valmisteiden terveellisyys ja turvallisuus
- arvioimalla sosioekonomista ja ympäristön kestävyyttä sekä terveellisen ruokavalion kustannusvaikutuksia terveydenhoitokustannuksiin
- selvittämällä kuluttajien odotukset ja liiketoimintamallien kehittäminen uusille tuotteille