



Uusien ruoantuotanto- menetelmien mahdollisuudet ja haasteet Suomessa

Laadullinen analyysi kotimaisen asiantuntijaverkoston
toteuttamana



Sisältö

Tiivistelmä	3
Esipuhe	5
Tausta ja tavoite	6
Tausta	6
Tavoite	6
Uusien ruoantuotanto-menetelmien kuvaus	8
Kasvintuotanto kontrolloiduissa olosuhteissa	8
Solumaatalouden ratkaisut	11
Tiedonkeruu kyselyllä ja työpajassa	13
Uusien tuotantotapojen hyödyt	16
Uusien tuotantomenetelmien haasteet	18
Poliittis-lainsäädännölliset näkökulmat	20
Ratkaisuja tunnistettuihin haasteisiin	24
Osaamisen kasvattaminen Suomessa	28
Kehitystyö arvoketjujen näkökulmasta	30
Tulevaisuudennäkymät ja jatkotoimenpiteet	35
Toimenpide-ehdotukset	37
Tekijät	40
Lähdeluettelo.....	40
Liitteet	43
Liite 1. Verkkokyselyn vastauslomake.....	43
Liite 2. Työpajaan ilmoittautuneet	52

Tiivistelmä

Tämän selvityksen tavoitteena oli analysoida Suomen mahdollisuuksia ja tunnistaa toimenpiteitä uusien ruoantuotantoteknologioiden kehittämiseksi Suomessa. Selvitys on tehty Ruokaa ilman Peltoja -tutkimushankkeessa, joka saa rahoitusta maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -tutkimus- ja innovaatio-ohjelmasta, ja joka tutkii uusien solumaatalous- ja kasvintuotantoteknologioiden mahdollisuuksia osana Suomelle asetettujen hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamista. Raporttia varten kerättiin tietoa verkkokyselyllä sekä asiantuntija- ja sidosryhmätyöpajan kautta. Kyselyn ja työpajan tulokset koottiin yhteen ja niitä täydennettiin asiantuntijatiedolla. Tietojen perusteella määriteltiin toimenpidekokonaisuudet uusien tuotantotapojen käyttöönoton edistämiseksi.

Kasvintuotannossa ja solumaataloudessa tunnistettiin monia yhteneväisiä mahdollisuuksia ja haasteita. Yhdeksi tärkeimmistä esteistä ja mahdollistajaksi tunnistettiin rahoitus. Uusille teknologioille toivottiin monipuolista ja riittävää rahoittajien tukea sekä tutkimus- ja kehitystoimintaan että ratkaisujen kaupallistamiseksi ja skaalaamiseksi. Osaamisen kehittäminen oli toinen selkeä kokonaisuus. Siihen toivottiin muun muassa lisää neuvontaa ja käytännöllisiä opetuksellisia hankkeita ja kokeiluja, testialustojen rakentamista sekä koulutusta, jossa korostuu monialainen ja uudenlainen osaaminen, jota juuri näissä tuotantomenetelmissä tarvitaan.

Aktiivista yhteistyötä eri toimijoiden, tutkijoista yrittäjiin, sekä toimialojen välillä toivottiin, jotta tehostetaan tiedonvaihtoa sekä luodaan uusia innovaatioita eri osaamisalueiden ja toimialojen törmäyttämisen kautta. Kansainvälisten toimijoiden seuranta arvioitiin tärkeäksi, jotta suomalaisilla on ajantasaista tietoa tuotantotavoista ja niiden kehityksestä maail-

malla. Uusista tuotantotavoista toivottiin viestittävän aktiivisesti. Tiedottamista tulisi kohdistaa sekä yritystoimijoille, kuluttajille että päättäjille. Kuluttajaviestinnässä on tärkeää panostaa tiedottamisen tapaan ja asiasisältöön, jotta yhteiskunnalla ja kuluttajilla olisi parhaat edellytykset ottaa uudet tuotantotavat vastaan, ja että tuotantotavat eivät herättäisi kuluttajissa aiheetonta huolta tai epäluuloa.

Tärkeänä kokonaisuutena nousivat esille lainsäädännölliset näkökulmat. Uusien tuotantomenetelmien käyttöönottoa voitaisiin todennäköisesti edistää helpottamalla uusielintarvikelupaprosessia yhteistyön ja neuvonnan avulla erityisesti solumaataloudessa, sekä uudistamalla tuki- ja elinkeinopolitiikkaa.

Uusiin tuotantomenetelmiin liittyviä arvoketjuja ja toimintamalleja on kehitettävä aktiivisesti. Erityisesti tuotantolaitosten eri alueille sijoittumisen hyötyjä ja haittoja on selvitettävä, jotta turvataan jatkuvatoiminen ja kannattava tuotanto. Lisäksi on arvioitava, kehitettävä ja testattava erilaisten integraattien, kuten kasvintuotannon ja solumaatalousprosessien yhdistämisen potentiaalia. Jotta uusien tuotantoprosessien todellinen vaikuttavuus saadaan todennettua, on panostettava riippumattomaan ja vertaisarvioituun kannattavuus- ja ympäristövaikutuslaskentaan.

Vaikka uusien tuotantomenetelmien vaikuttavuus nähdään pääosin vasta pitkällä tähtäimellä, todettiin niissä olevan potentiaalia. Tosin työtä on tehtävä monella osa-alueella ja yhteisvoimin, jotta tunnistetut haasteet saadaan käännettyä mahdollisuuksiksi ja tuotantomenetelmät vietyä laajasti markkinoille.

Tietolaatikko raportin tuloksista ja toimenpide-ehdotuksista

TAVOITE

Uusien ruoantuotantomenetelmien, solumaatalouden ja olosuhdekontrolloidun kasvintuotannon mahdollisuudet ja haasteet Suomessa

Laadullinen analyysi kotimaisen asiantuntijaverkoston toteuttamana

TOTEUTUSTAPA

Tiedonkeruu verkkokyselyllä sekä asiantuntija- ja sidosryhmätyöpajan kautta.

Tulosten koonti yhteen, laadullinen analyysi ja täydentäminen asiantuntijatiedolla

TULOKSET

Uusien tuotantomuotojen kehittämistarpeet ja niihin liittyvät toimenpide-ehdotukset

OSAAMISEN KEHITTÄMINEN

- Koulutus ja neuvonta
- Testi-, yhteistyö- ja opetusallustat
- Koulutusohjelmat

YHTEISTYÖN VAUHDITTAMINEN

- Yhteistyöalustoja ja -malleja yritysten, tutkimuksen ja koulutuksen välillä, myös yli tieteen- ja hallinnonalojen

ARVOKETJUN KEHITTÄMINEN

- Toimintamallien kehittämien uusiin arvoketjuihin
- Sekä skenaario- että testaus-työtä uusien arvoketjujen osalta

RAHOITUKSEN LISÄÄMINEN

- Perustutkimukseen ja T&K&I-toimintaan
- Kaupallistamis- ja investointituet, myös startupeille

STRATEGISTA PÄÄTÖKSENTEKOA

- Uuselintarvikelupaprosessin helpottaminen, GMO-lainsäädännön uudistaminen
- Tukipolitiikan uudistaminen

TUNNETTUUDEN LISÄÄMINEN

- Faktapohjainen tiedottaminen
- Luottamusta herättävä kuluttajaviestintä
- Tuotteiden brändäys

LISÄTIETOJA

Emilia Nordlund, Tutkimuspäällikkö,
Hankekoordinaattori, VTT
Puh. +358 40 504 2963
Emilia.Nordlund@vtt.fi

Jarkko Niemi, tutkimusprofessori,
Luonnonvarakeskus
Puh. +358 29 532 6392
Jarkko.Niemi@luke.fi

Esipuhe

Suomen vuodelle 2035 asetetun hiilineutraalisuustavoitteen saavuttaminen edellyttää fossiilisten päästöjen vähentämisen lisäksi maatalouden ja maatalouteen liittyvän maankäytön päästöjen vähentämistä sekä hiilinielujen ja -varastojen vahvistamista. Ruokaa ilman Peltoja -tutkimushanke selvittää uusien solumaatalous- ja kasvihuoneteknologioiden mahdollisuuksia osana asetettujen hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamista.

Hanke on osa maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -tutkimus- ja innovaatio-ohjelmaa, joka tukee ilmastokestävien maankäyttöratkaisujen tuottamista. Hankkeen nimi ”Ruokaa ilman peltoja” viittaa maatalousmaasta riippumattomiin ruoantuotantoratkaisuihin, ja hankkeessa keskitytään erityisesti proteiiniomavaraisuuden turvaamiseen liittyviin tuotantotapoihin. Tutkittaviin tuotantomenetelmiin kuuluvat: 1) solumaatalous eli mikrobien ja kasvisolujen hyödyntäminen rehun ja ruoan tuottamiseksi sekä 2) kontrolloituihin olosuhteisiin (ml. kasvihuoneet, kerosviljely-ympäristöt) perustuvat kasvinviljelyratkaisut proteiinipitoisten viljelykasvien tuottamiseksi viileässä ilmastossamme.

Hankkeessa selvitetään, miten uudet teknologiat yhdistyvät osaksi nykyistä ruokajärjestelmää, ja teemme tiivistä yhteistyötä alueellisten toimijoiden ja eri sidosryhmien kanssa. Yhtenä tavoitteena on analysoida uusien tuotantoratkaisujen liiketoimintapotentiaalia ja kestävyyttä keskittyen kasvihuone-

kaasupäästöihin ja maankäyttöön. Uusien tuotantoteknologioiden pilotoinnissa pyritään huomioimaan alueelliset näkökulmat, ja esimerkiksi hyödyntämättömien sivuvirtojen käyttömahdollisuudet tuotantopanoksina.

Ruokaa ilman peltoja -hanke ajoittuu vuosille 2021–2023 ja sen kokonaisbudjetti on 1,45 milj. euroa. Hankkeessa yhdistetään erityisesti VTT:n ja Luonnonvarakeskus Luken poikkitieteellistä asiantuntemusta maatalous-, bio- ja elintarviketeknologiassa sekä kestävyysarvioinnissa ja ekosysteemyössä. Hankkeen tutkimuskumppaneita ovat VTT, Luke ja eniferBio. Yrityspartnereina mukana ovat Fazer, Solar Foods ja Valio.

Tähän raporttiin on koostettu asiantuntijaverkoston näkemyksiä solumaatalous- ja kasvihuoneteknologioiden mahdollisuuksista ja haasteista, sekä minkälaisia ratkaisuja haasteisiin on löydettävissä, ja erityisesti mitkä ovat oleellimmat toimenpiteet uusien ruoantuotantoteknologioiden osalta Suomessa. Materiaali on kerätty verkkokyselyn ja työpaikatyöskentelyn avulla sekä koostettu ja työstetty sen jälkeen hankkeen asiantuntijaryhmän toimesta.

KESÄKUUSSA 2022,

TEKIJÄT

Tausta ja tavoite

Tausta

Solumaatalous on uusi ruuan ja rehun tuotantotapa, josta on toistaiseksi rajallinen määrä tietoa, etenkin sen vaikutusmahdollisuuksista Suomessa. Lisäksi kontrolloiduissa olosuhteissa, kuten kasvihuoneissa ja kerrosviljely-ympäristöissä, tapahtuvaan kasvin tuotantoon liittyvät teknologiset ratkaisut kehittyvät nopeasti. Sekä kontrolloitujen olosuhteiden kasvin tuotannon että solumaatalouden odotetaan mahdollistavan tehokkaan, ympärivuotisesti saatavilla olevan ruoan ja rehun tuottamisen myös pohjoisissa olosuhteissa. Nämä lupaavat tulevaisuuden tuotantomenetelmät voivat osaltaan tukea Suomen vuodelle 2035 asetetun hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamista erityisesti maankäytön muutosten kautta. Koska etenkin solumaatalous ja kerrosviljely ovat verrattain uusia tuotantotapoja, niistä on toistaiseksi melko vähän tutkimustietoa Suomen näkökulmasta ja niiden käyttöönottoon liittyä avoimia kysymyksiä. Jotta nämä uudet tuotantotavat voisivat yleistyä Suomessa, on tuotantomenetelmiä kehitettävä ja tuotantotapojen edellytyksiä toimia Suomessa kilpailukykyisesti on arvioitava monipuolisesti.

Uudenlaisten menetelmien käyttöönotossa on huomioitava muun muassa millaista osaamista ja tietoa tarvitaan alan yrityksissä ja tutkimus- ja kehittäjäorganisaatioissa, millaisia keinoja on edesauttaa teknologioiden kehitystä, mitä toimenpiteitä tarvitaan investointien vauhdittamiseksi ja mitä mahdollisuuksia on jakeluketjun kehittämiseksi näissä uusissa tuotantomuodoissa. Näiden alojen kehittymisen kannalta kriittisiä tekijöitä voivat olla esimerkiksi markkinoille tulon

tuotannolliset, taloudelliset, poliittiset ja lainsäädännölliset esteet. Suomessa on jo muutamia toimijoita, jotka ovat aloittaneet näiden uusien ruoan- ja rehuntuotantomuotojen parissa. Heidän ja muiden alan ammattilaisten näkemyksiä selvittämällä sekä yhdistämällä tätä tietoa jo olemassa olevaan tutkimus- ja muuhun tietoon voidaan rakentaa polkuja, joiden avulla voimme vauhdittaa näiden uusien tuotantotapojen yleistymistä ja kasvua Suomessa.

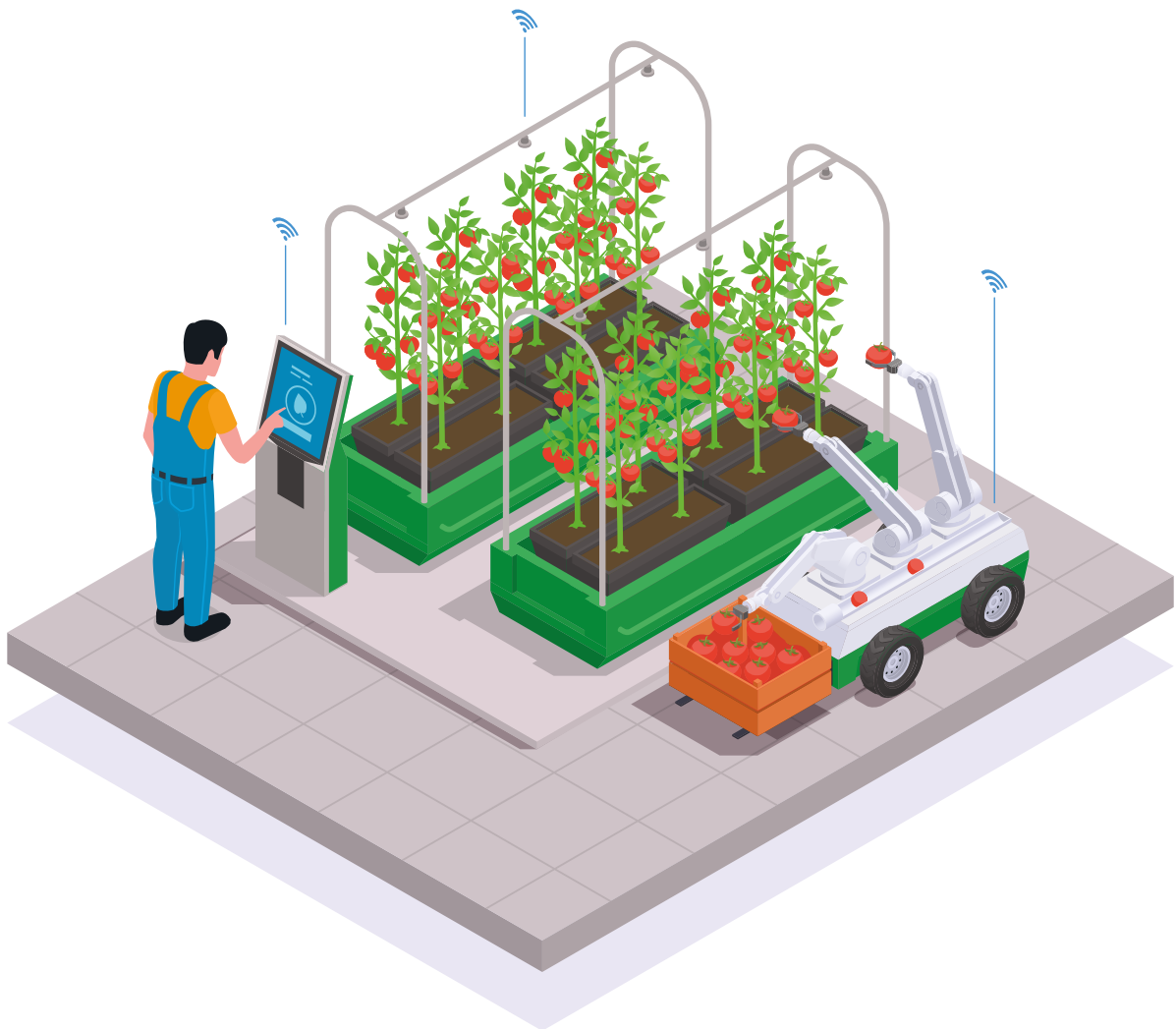
Täysin uudenlaisten menetelmien käyttöönotossa on huomioitava muun muassa millaista osaamista ja tietoa tarvitaan alan yrityksissä ja tutkimus- ja kehittäjäorganisaatioissa sekä mitä toimenpiteitä tarvitaan investointien vauhdittamiseksi.

Tavoite

Tässä raportissa tarkastellaan solumaataloutta ja uudenlaisia kasvintuotantotapoja (olosuhdekontrolloitua kasvinviljelyä), jotka voivat vähentää radikaalisti viljelysmaan käyttöä ruoan- ja rehuntuotantoon. Selvityksen tavoitteena oli kartoittaa näiden kahden tuotantomuodon käyttöönoton mahdollistavia ja hidastavia tekijöitä. Lisäksi tavoitteena oli tunnistaa toimenpiteitä, joilla voitaisiin edistää näiden teknologioiden käyttöönottoa Suomessa. Huomiota kiinnitettiin sekä teknisiin, taloudellisiin että poliittisiin tekijöihin, mukaan lukien kestävä kehitys, erityisesti

ilmastovaikutukset ja alueelliset näkökulmat. Tarkoituksena oli kerätä tietoa alan asiantuntijoilta ja sidosryhmiltä ja aktivoida ruokajärjestelmän toimijoita kehitystyöhön uusien tuotantotapojen osalta. Verkkokyselyn ja työpajatyöskentelyn avulla kerättiin asiantuntijatietoa, jota täydennettiin Ruokaa ilman Peltoja -hankkeen VTT:n ja Luonnonvarakeskuksen asiantuntijoiden eri lähteistä keräämällä sekä omassa tutkimustyössään kartuttamallaan tutkimustiedolla ja näkemyksillä.

Tavoitteena oli selvittää radikaalisti maankäyttöä vähentävien ruoan- ja rehuntuotantotapojen, eli uusien kasvintuotantomenetelmien ja solumaatalouden käyttöönoton mahdollistavia ja hidastavia tekijöitä, sekä alan kehitystarpeita ja toimia, joilla voitaisiin edistää näiden teknologioiden käyttöönottoa Suomessa.



Uusien ruoantuotantomenetelmien kuvaus

Ilmastonmuutos haastaa suomalaisen ruoantuotantojärjestelmän muuttumaan nopeasti. Erityisesti ruoantuotannon huomattava maankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt ovat iso ongelma. Ilmastonmuutos lisää sääolosuhteiden vaihtelua ja kasvintuotannon satoriskit kaikkialla maailmassa kasvavat. Lisäksi kaupungistuminen sekä muutokset maankäytön tarpeissa vaikuttavat ruoantuotannon menetelmiin ja kannattavuuteen. Kasvintuotanto kontrolloiduissa olosuhteissa (engl. controlled environment agriculture, CEA) ja solumaatalous (engl. cellular agriculture), eli biotekninen ruoantuotanto tarjoavat lupauksia herättäviä ratkaisuja näihin haasteisiin. Ne mahdollistavat ympärivuotisen ruoantuotannon kontrolloiduissa olosuhteissa ja tarvitsevat huomattavasti vähemmän maa-alaa nykyisiin tuotantotapoihin verrattuna.

tannon kontrolloiduissa olosuhteissa ja tarvitsevat huomattavasti vähemmän maa-alaa nykyisiin tuotantotapoihin verrattuna.

Kasvintuotanto kontrolloiduissa olosuhteissa

Kasvintuotannolla kontrolloiduissa olosuhteissa tarkoitetaan yleisesti kasvatusta muovitunneleissa, kasvihuoneissa tai kerros- tai vertikaaliviljelyssä (engl. vertical farming, kuva 1). Kontrolloitujen kasvatusympäristöjen etuna on kasvien kasvuun vaikuttavien tekijöiden hallitseminen ja lisäksi tuotannolle haitallisia vaikutuksia, kuten torjunta-aineiden käyttöä



Kuva 1. Kaalintaimia vertikaaliviljelyssä (kuva: Titta Kotilainen/Luke)



Kuva 2. Soijaa kasvihuoneessa (kuva: Titta Kotilainen/Luke)

ja huonoja sääolosuhteita, pystytään vähentämään merkittävästi tai poistamaan. Karkeasti ottaen tekninen varustelutaso tarkoittaa tunneleissa yleensä kastelujärjestelmää ja rajattuja kasvualustoja, mutta esimerkiksi tekovalotusta ei tyypillisesti käytetä. Kasvihuoneissa ilmastonhallinta on tunneleihin verrattuna kontrolloidumpaa ja ympärivuotinen viljely edellyttää tekovalotuksen käyttöä. Kerrosviljelyssä puolestaan käytetään lähes yksinomaan tekovalotusta (LED-valaisimet), kasvilajista riippuen erilaisia toistensa päälle pinottuja viljelytasoja ja ilmasto-olosuhteita, joita on teknisesti mahdollista säädellä tarkasti. Kerrosviljelyä voidaan pitää keinona tuottaa tasalaatuista ruokaa vuoden ympäri, sääolosuhteista riippumatta, ilman ravinnepestöjä ja lähellä kaupungeissa asuvia kuluttajia. Modulaarisille ja pienille yksiköille on kaupunkiympäristöjen tarvetta myös kehittyvillä alueilla, joissa ei ole ruoantuotannolle sopivia luonnonolosuhteita (Gómez ym. 2019, Kozai & Niu 2016).

Suomen kasvihuoneissa kasvatetaan yleensä erilaisia vihanneksia. Marjanviljely, erityisesti mansikan ja vadelman viljely tunneleissa yleistyy nopeasti (Luke Puutarhatilastot 2021). Kerrosviljelyssä kasvatetaan yleensä matalia kasveja, kuten salaatteja ja yrtejä. Erilaisia ratkaisuja ja teknologiaa kehitetään, joka mahdollistaisi köynnöstävien ja/tai korkeiden tuotantokasvien, kuten kurkun, tomaatin, tai papujen kustannustehokkaan kasvattamisen kerrosviljelyssä (kuva 2). Tässä raportissa uusilla kasvintuotantomenetelmillä tarkoitetaan i) kasvihuonetuotantoa, kun kyseessä on kasvihuoneissa kasvatettavien kasvien lajivalikoiman laajentamisesta erityisesti kasvi-proteiineihin, esimerkiksi soijan kasvatukseen kasvihuoneessa ja ii) kerrosviljelyä (engl. vertical farming).

Tutkimusten mukaan olosuhdekонтроloidussa kasviviljelyssä on potentiaalia, mutta lisätietoa tarvitaan muun muassa tuotantoprosessin ohjauksesta ja optimoinnista (Shamshiri ym. 2018; Beacham ym., 2019), jotta tuotantoprosessin taloudellinen ja tekninen tehokkuus sekä ympäristövaikutukset (energian kulutus, hiilijalanjälki) saadaan toivottavalle tasolle. Vertikaaliviljely on sekä taloudellisesta että teknisestä näkökulmasta katsoen riippuvainen sähköstä ja sen tuotantotavasta (Al-Chalabi, 2015). Even (2015)

mukaan LED-teknologialla tulisi päästä 50–60% hyötysuhteeseen (valo:energia), jotta olosuhdekontrolloitu sisäviljely olisi kustannustehokasta.

**Tässä raportissa uusilla kasvin-
tuotantomenetelmillä tarkoitetaan i) kasvihuonetuotantoa, kun kyseessä on kasvihuoneissa kasvatettavien kasvien lajivalikoiman laajentamisesta erityisesti kasvi-proteiineihin, esimerkiksi soijan kasvatukseen kasvihuoneessa ja ii) kerrosviljelyä.**

Banerjee ja Adenauer (2014) arvioivat vertikaaliviljelylaitoksen tuottavan ulkomaisissa olosuhteissa kasvusta riippuen 1,3–5,4-kertaisen hehtaarisadon perinteiseen maataloustuotantoon verrattuna. Esimerkiksi herneellä ja salaattilla sadon arvioitiin olevan 1,5-kertainen, tomaatilla 3,4-kertainen, paprikalla, 4,4-kertainen ja perunalla 5,4-kertainen. Banerjee ja Adenauer (2014) arvioivat suuren 37-kerroksisen vertikaaliviljelylaitoksen voivan tuottaa kasviksia, hedelmiä ja kalaa yksikkökustannustasolla 3,5–4,0 € per kg tuotetta. Cámara-Zapata ym. (2019) tutkimuksen mukaan olosuhdekонтроloidun viljelyn kannattavuus vaihtelee viljelyteknologiasta riippuen. Teknisten ratkaisujen käyttö edellyttävää kuitenkin merkittäviä investointeja. Kustannuksiin vaikuttaa tuotantolaitoksen sijoituspaikka (Brin ym. 2016, Benke ja Tomkins, 2017). Teknologian avulla lopputuotteiden logistiikka-, pakkaus- ja varastointikustannukset sekä maankäyttö (Wittmann et al., 2020) voivat kuitenkin laskea. Lämmön- ja sähkönkulutus ja niiden tuotantotavat vaikuttavat kannattavuus- ja ympäristövaikutuslaskelmiin. Toistaiseksi tuotantotavan ympäristövaikutuksista Suomessa on niukasti tutkimustietoa. Teknologiaa ja automaatiota on kuitenkin kehitettävä edelleen, jotta erilaisten ravitsemuksellisesti tärkeiden kasvien (kuten tärkkelys- ja proteiinikasvit) tuotanto kontrolloiduissa kasvatusympäristöissä voi yleistyä kestäväällä tavalla (Kozai & Niu 2016).

Solumaatalouden ratkaisut

Bioteknisellä ruoantuotannolla, eli solumaataloudella, tarkoitetaan mikrobi-, eläin-, kasvi- ja leväsolujen hyödyntämistä ruoan- ja rehuntuotantoon. Pelto- ja viljelyn ja eläintuotannon sijasta on siis mahdollista tuottaa rehua ja ruoka-aineita solutehtaissa, panimotankkien kaltaisissa bioreaktoreissa (Kuva 3). Vastaavanlaista bioteknologiaa hyödyntäen tuetaan tällä hetkellä esimerkiksi teollisuusentsyymejä elintarviketeollisuuden käyttöön.

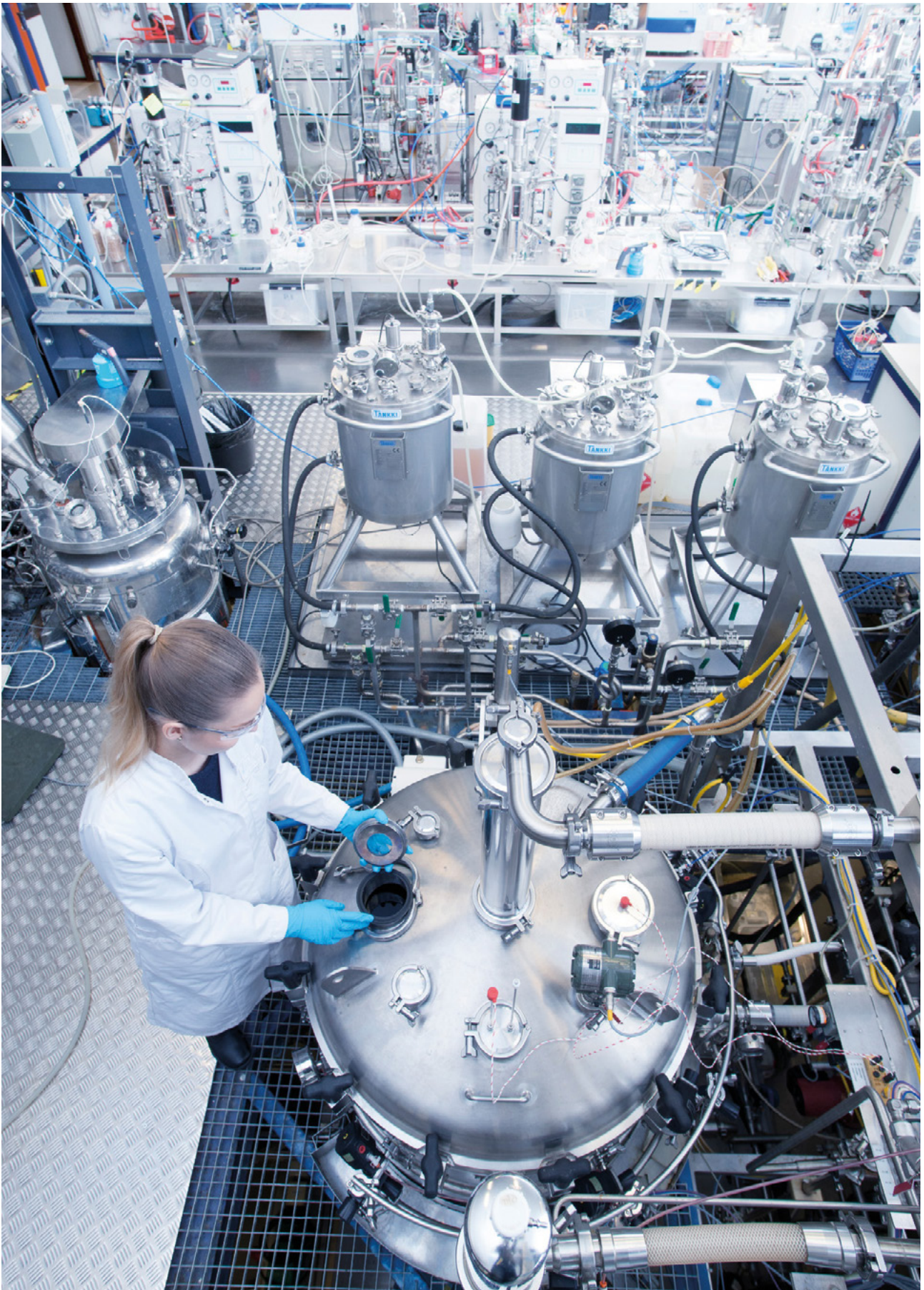
Mikrobit ja muut soluviljelmät voivat tuottaa solutehtaissa monenlaisia ainesosia ruoan valmistukseen. Menetelmillä voidaan tuottaa joko syötävää mikrobibiomassaa (Ritala ym. 2017, Nyyssölä ym., 2022), kuten markkinoilla pitkään ollutta Quorn™-sienimassaa, vielä kehitteillä olevia kasvisolukkoja (Nordlund ym., 2018) tai viljeltyä lihaa ("solulihaa", "keinolihaa") (Zheng ym., 2020). Mikrobibiomassat, joista usein käytetään myös termiä yksisoluproteiini (engl. single cell protein), sisältävät paljon proteiinia ja monia muita ravintoaineita ja niitä hyödynnetään usein valmistuksessa vaihtoehtoja lihatuotteille. Suomalainen Solar Foods-yritys rakentaa prosessia, jolla voidaan tuottaa syötävää mikrobista koostuvaa ruoka-ainetta ilman hiilidioksidia hyödyntäen. Toinen suomalainen yritys eniferBio puolestaan kehittää teknologiaa mikrobibiomassan, Pekilo-sienen tuottamiseksi kalarehuksi hyödyntäen teollisuuden liukoisia sivuvirtoja. Kasvisoluviljelmien tuotannon tarkoituksena on löytää kestävämpiä tuotantomuotoja esim. kahvin ja avokadon sekä muiden arvokkaiden tai harvinaisten ja varsinkin suuren ympäristökuorman omaavien ruokakasvien, kuten joidenkin hedelmien ja marjojen tuotantoon (esim. Kobayashi ym. 2021, Rischer ym. 2022). Toistaiseksi kasvisolutuotantoa ei ole vielä kaupallistettu ruokakäyttöön, ja viljellyn lihankin osalta odotetaan vielä tuotantoseurausmarkkinoille.

Solumassan kokonaisvaltaisen ruokakäytön ohella, soluilla voidaan tuottaa myös tiettyjä ainesosia, kuten eläinproteiineja tai rasvoja, joita lisätään ruokien valmistukseen takaamaan haluttu laatu. Tässä menetelmässä mikrobibiomassa ei ole päätuote, vaan mikrobien tuottama proteiini, lipidi tai joku muu ainesosa, joka erotetaan mikrobimassasta. Esimer-

kiksi suomalainen startup-yritys Onego Bio pyrkii kaupallistamaan kanamunan proteiinien tuotannon mikrobeilla ja amerikkalainen Perfect Day puolestaan käyttää mikrobeja tuottaakseen maitoproteiineja.

Bioteknisellä ruoantuotannolla, eli solumaataloudella, tarkoitetaan mikrobi-, eläin-, kasvi- ja leväsolujen hyödyntämistä ruoan- ja rehuntuotantoon. Solumassan kokonaisvaltaisen ruokakäytön ohella soluilla voidaan tuottaa myös tiettyjä ainesosia, kuten eläinproteiineja tai rasvoja.

Solumaatalouden on arvioitu olevan ympäristön kannalta kestävä tuotantotapa, mutta tuotantoprosessien kehittämisessä on tärkeää huomioida ravintoaineiden, energian ja veden lähteet. Ensimmäiset laskelmat osoittavat, että esimerkiksi kanamunan valkuaisproteiinin tuottaminen solutehtaissa kanojen kasvattamisen sijaan vähentää kasvihuonepäästöjä jopa 72 % ja maankäyttöä 90 % (Järviö ym., 2021a) ja hiilidioksidia hyödyntävän mikrobiuotantoprosessin on laskettu olevan huomattavasti eläinperäistä ympäristöystävällisempi (Järviö ym., 2021b). Prosessi on siis mahdollista rakentaa kestäväälle pohjalle, jos esimerkiksi hiilidioksidia tai muita hiilirikkaita sivuvirtoja on käytettävissä solutehtaiden ravinnon lähteinä ja energiantuotanto perustuu uusiutuvaan energiaan. Samoja havaintoja solumaataloudesta on tehty myös esimerkiksi Tuomiston ym. (2020) tutkimuksessa. Tärkeää on selvittää, miten solumaatalouden ratkaisuja voidaan integroida nykyisen teollisuuden ja ruoantuotannon prosesseihin. Sivuvirtojen tehokas hyödyntäminen vaikuttaa solutehdasprosessien kannattavuuteen (Voutilainen ym., 2021). Voutilainen ym. (2021) päätyivät siihen, että solutehtaan tuottamasta Pekilo-proteiinista olisi tullut saada keskimäärin 5160 euroa/tonni, Fusarium-proteiinista 6549, Torula-proteiinista 7311 ja rekombinanttiproteiinista 9007 €/tonni, jotta koetapauksen tuotanto olisi kannattavaa. Pääomakustannusten osuus tuotantokustannuksesta oli 39–46 %, muiden kiinteiden kustannusten noin viidennes ja muiden kulujen 31–41% kokonaistuotantokustannuksesta.



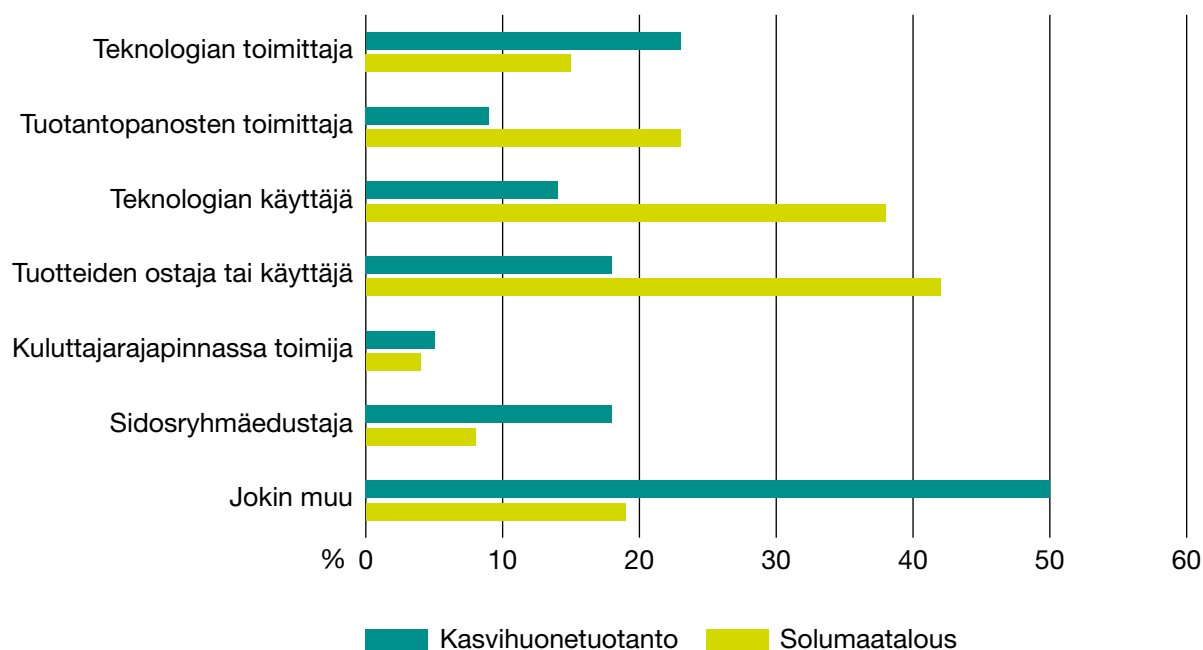
Kuva 3. Pilot-mittakaavan bioreaktoreita VTT:n koehallissa (kuva: VTT)

Tiedonkeruu kyselyllä ja työpajassa

Tässä raportissa esitetyn selvityksen tiedonkeruu toteutettiin sekä verkkokyselynä että työpajatyöskentelyn avulla. Verkkokysely toteutettiin ennakkokyselynä, joka pohjusti työpajatyötä. Asiantuntijoille suunnattu ennakkokysely toteutettiin Webropol-alustalla loka-marraskuussa 2021. Kutsu vastata verkkokyselyyn jaettiin ruokajärjestelmän asiantuntijoille ja sidosryhmille, jotka tutkimusryhmä oli tunnistanut Suomessa. Lisäksi kyselylomaketta jaettiin sähköpostitse asiantuntijaverkostoille, jotka työskentelevät solumaatalouden, kasvihuoneviljelyn tai niitä sivuavien alojen parissa sekä sosiaalisessa mediassa (LinkedIn, Twitter). Myös alueelliseen näkökulmaan kiinnitettiin huomiota kyselyä jaettaessa. Koska osa Ruokaa ilman pelloja-hankeen työstä

kohdistuu Etelä-Pohjanmaan, Varsinais-Suomen ja Uudenmaan alueille, tutkimusryhmä pyrki varmistamaan, että vastaajajoukossa oli näillä alueilla toimivia asiantuntijoita. Kyselyyn vastaaminen oli vapaaehtoista. Potentiaalisille vastaajille lähetettiin kaksi muistutusviestiä, joissa kannustettiin vastaamaan kyselyyn. Vastaajilla oli mahdollisuus vastata vain toista, eli uudenlaista kasvinviljelyä tai solumaataloutta koskeviin kysymyksiin, tai molempiin. Kyselylomake on esitetty Liitteessä 1.

Kyselyyn saatiin yhteensä 41 vastausta. Yhteensä 22 henkilöä vastasi kasvihuonetuotantoa ja 28 solumaataloutta koskeviin kysymyksiin (Kuva 4). Solumaataloutta koskeneisiin kysymyksiin vastasivat



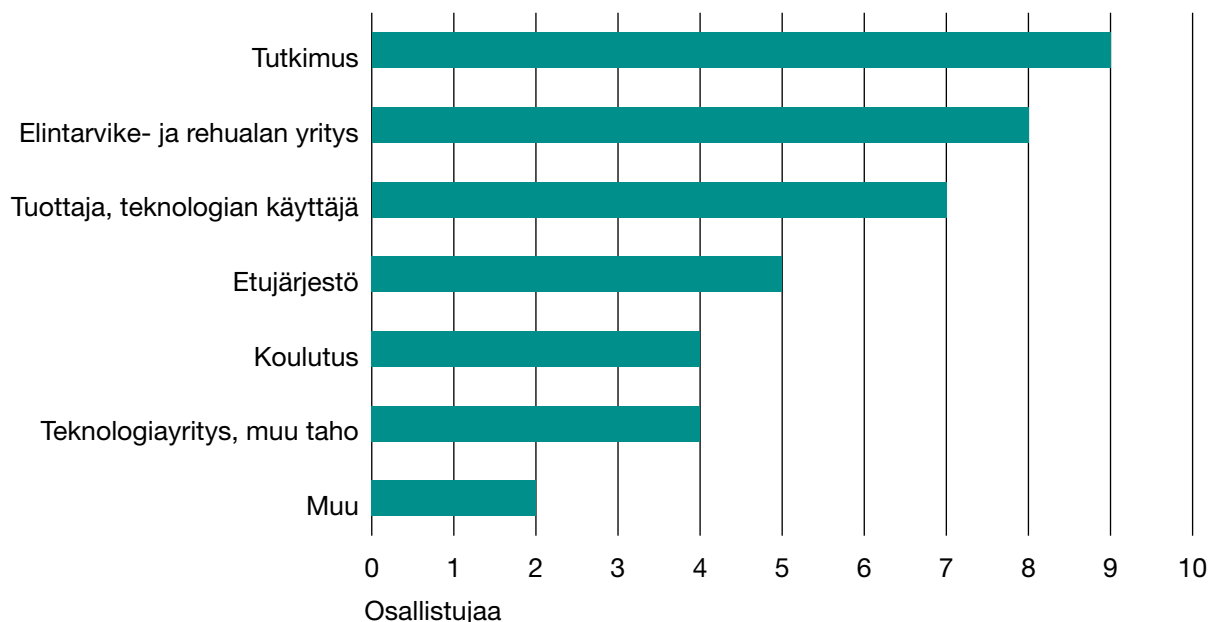
Kuva 4. Ennakkokyselyn vastaajien jakautuminen erilaisiin solumaatalouden (N=28) tai kasvintuotannon (N=22) toimijoihin.

etenkin solumaatalousteknologiaa itse käyttävät tai sen tuotteita mahdollisesti käyttävät tai ostavat henkilöt, kuten elintarviketeollisuuden asiantuntijat. Uusia kasvinviljelytapoja koskeviin kysymyksiin vastanneista puolet ilmaisi kuuluvansa ”jokin muu”-ryhmään, mikä sisälsi muun muassa alan tutkimuksen ja koulutuksen asiantuntijoita. Kun kyselyaineisto oli koottu, laadittiin yhteenveto sekä monivalinta- että avointen kysymysten vastauksista. Tämän jälkeen kysymykset analysoitiin laadullisesti tarkastellen, huomioiden avoimissa kysymyksissä esille nostetut asiat. Esille nousseet asiat ryhmiteltiin sopiviin kokonaisuuksiin sen mukaan, miten tärkeäksi ne katsottiin suorien vastausten ja avoimien kommenttien perusteella.

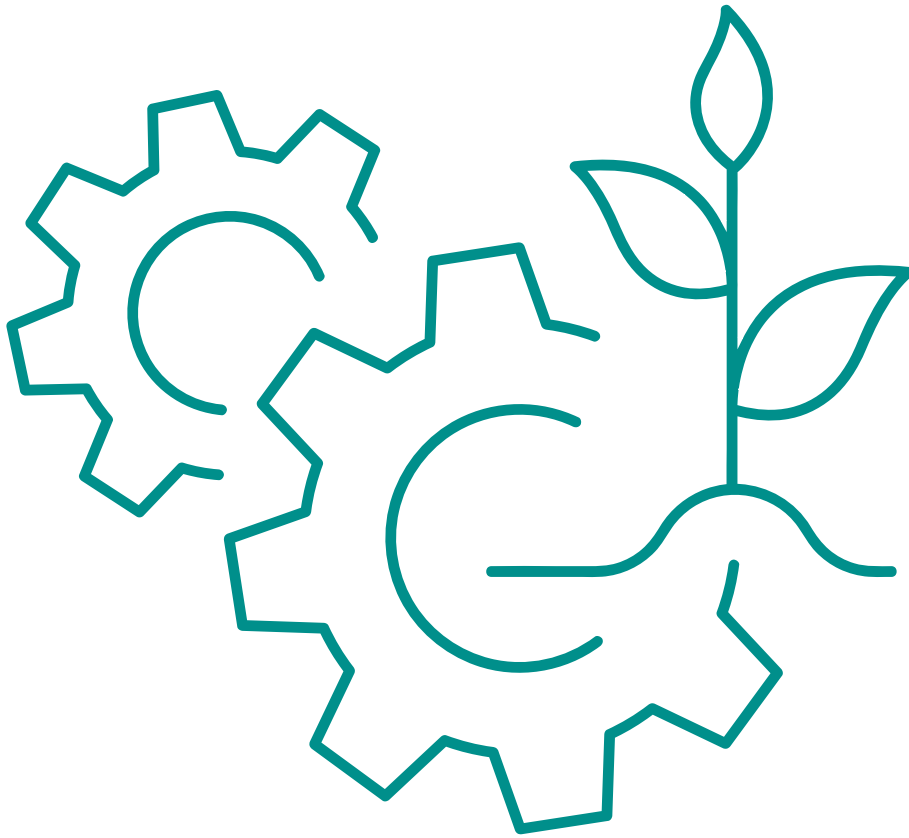
Asiantuntijatyöpajan toteutus suunniteltiin osittain verkkokyselyn tulosten perusteella. Työpaja järjestettiin joulukuussa 2021 verkkotapahtumana Teams- ja Howspace-alustojen avulla, sillä Covid-19-rajoitusten vuoksi fyysinen kokoontuminen ei ollut mahdollista.

Asiantuntijatyöpajaan kutsuttiin asiantuntijat, jotka olivat ilmoittautuneet siihen verkossa olleella ilmoittautumislomakkeella. Ilmoittautumislomakkeella jaettiin samoja kanavia ja jakelulistoja käyttäen kuin verkkokyselyä. Työpajaan osallistuneiden 37 eri alojen asiantuntijan joukossa oli tutkimuksen, koulutuksen elintarvike- tai rehualan, teknologian käyttäjien, etujärjestöjen ja organisaatioiden, koulutuksen ja teknologian kehittäjien palveluksessa olleita asiantuntijoita (Kuva 5).

Työpajan aluksi Ruokaa ilman Peltoja -hankkeen asiantuntijat pitivät lyhyet alustukset, joissa käsiteltiin 1) solumaatalouden mahdollisuuksia rehun- ja ruoantuotannossa, 2) proteiinikasveja kasvihuone- tuotannossa ja tehokkuutta vertikaaliviljelyssä, sekä 3) ennakkokyselyiden tuloksia teemalla ”Mikä uusissa uudenaikaisessa kasvituotannossa ja solumaataloudessa houkuttaa ja epäilyttää?”. Alustusten jälkeen osallistujat jaettiin neljään pienryhmään.



Kuva 5. Työpajakeskusteluihin osallistuneiden henkilöiden (N=39) taustaorganisaatio tai yritys.



Pienryhmissä solumaataloutta ja kasvihuonetuotantoa käsiteltiin kolmen-viiden kysymyksen rungon pohjalta. Kysymykset käsittelivät seuraavia teemoja:

- Mitkä ovat uuden ruuan ja/tai rehun tuotantotavan keskeisimmät hyödyt (esimerkiksi hyödyt tuotannon, talouden tai kestävyuden näkökulmasta)?
 - Onko uudella tuotantotavalla erityisiä etuja tai mahdollisuuksia, joita voidaan hyödyntää kuluttajamarkkinoilla?
 - Mitä uusia toimijoita tarvittaisiin, jotta uusi tuotantotapa edistyisi
 - Mitkä tekijät estävät tai hidastavat uuden tuotantotavan käyttöönottoa
 - Mitä näiden esteiden ja hidasteiden poistaminen edellyttäisi?
 - Mitä voisimme oppia muilta mailta solumaataloudesta, olosuhdekontrolloidusta viljelystä ja/tai uusien proteiinikasvien tuottamisesta kasvihuoneissa?
- Mikä on osallistujan näkemys uuden tuotantotavan tulevaisuudesta Suomessa?

Ryhmäkeskustelussa käsiteltiin yllä mainitut teemat ensin itsenäisesti niistä Howspace-työtilaan kirjoittaen ja sen jälkeen ryhmässä keskustellen. Osallistujilla oli mahdollisuus täydentää vastauksiaan kahden viikon ajan työpajan jälkeen. Työpajassa käyty keskusteltu kirjattiin hankkeen asiantuntijoiden toimesta muistiin, ja tuloksista pyrittiin tunnistamaan laadullisen analyysin perusteella tekijöitä ja ratkaisuja, joita osallistajat olivat pitäneet yleisesti ottaen tärkeinä. Kasvihuonetuotannon ja solumaatalouden tuloksia tarkasteltiin rinnakkain niiden yhtäläisyyksien ja erojen vertaamiseksi. Verkkokyselyssä ja työpajassa kerättyä asiantuntijatietoa täydennettiin raportin koostamisvaiheessa tutkimustiedolla, jota Ruokaa ilman Peltoja -hankkeen asiantuntijat olivat koonneet eri lähteistä sekä kartoittaneet omassa tutkimustyössään.

Uusien tuotantotapojen hyödyt

Verkkokyselyn vastausten perusteella sekä kontrolloitujen kasvatusolosuhteiden kasvintuotantomenetelmillä että solumaatalouteen perustuvilla tuotantomenetelmillä on hyötyjä, jotka on tiivistetty Taulukkoon 1. Molemmille tuotantotavoille yhteisiä tunnistettuja hyötyjä ovat mahdollisuus tuottaa ruokaa pienillä ympäristövaikutuksilla, sijoittaa tuotantolaitos paikkaan, jossa se on joko tuotantopanosten saatavuuden tai tuotteiden kysynnän näkökulmasta kannattavassa paikassa, sekä mahdollisuus hallita tuotantoprosessia ja räätälöidä tuotantoa kysynnän mukaan. Kumpikin tuotantotapa tarvitsee vain vähän maa-alaa ja hiilijalanjälki arvioidaan pieneksi, jos tuotannossa käytetään vähäpäästöistä energiaa, joskin energiankulutus voi olla perinteistä ruoantuotantoa suurempaa. Lisäksi tuotteiden jäljitettävyyden voidaan varmistaa. Ympäristöhyödyt mainittiin tuotteiden kuluttajamarkkinoinnissa tärkeinä argumentteina. Tuotteiden tasainen, ympärivuotinen saatavuus voidaan varmistaa molemmissa tuotantomuodoissa ja uusiakin tuotteita voidaan tuottaa kotimaisena lähiruokana. Tuotannon kustannustehokkuus koettiin mahdollisuutena, joskin se edellyttää vielä näiden uusien tuotantotapojen jatkokehittämistä.

Molemmille tuotantotavoille yhteisiä hyötyjä ovat mahdollisuus tuottaa ruokaa pienillä ympäristövaikutuksilla, sijoittaa tuotantolaitos paikkaan, jossa se on joko tuotantopanosten saatavuuden tai tuotteiden kysynnän näkökulmasta sopivassa paikassa, sekä mahdollisuus hallita tuotantoprosessia ja räätälöidä tuotantoa kysynnän mukaan.

Kasvintuotannossa etuna nähtiin, että kerrosviljelyssä lähes täydellinen kasvuolosuhteiden hallinta, suljettu ravinnekierto ja olosuhteiden optimointi lisää satovarmuutta ja vähentää tuotantoriskejä. Kuluttajamarkkinoille olisi kasvuolosuhteiden hallinnan vuoksi mahdollista tuoda uusia kasveja, ja nykyisin tuotavia kasvejakin voitaisiin saada kauppoihin tuoreena. Säästä aiheutuva satovaihtelu on perinteistä kasvihuone- tai avomaantuotantoa pienempää. Myös kasvinsuojeluaineiden käyttötarve ja tuotannon kontaminaatoriski ovat asiantuntijoiden mukaan pienempiä olosuhdekontrolloidussa tuotannossa, mikä on osoitettavissa lopputuotteiden puhtauden avulla.

Ennakkokyselyn mukaan kasvintuotanto kerrosviljelynä voi olla energiatehokkaampaa kuin perinteinen kasvihuoneviljely, sillä lämmön hävikki on lämpötilan ja ilmankosteuden hallinnan sekä lämmöneristyksen vuoksi perinteisiä kasvihuoneita parempi. Lisäksi veden ja ravinteiden kierrätyksen ja olosuhteiden hallinnan vuoksi kastelukulut voivat olla pienemmät kuin perinteisessä kasvihuonetuotannossa. Osallistujien tunnistamat hyödyt ovat samansuuntaisia tutkimuskirjallisuudessa tunnistettujen hyötyjen kanssa. Al-Kodmanyn (2018, taulukko 2) mukaan edistynyttä teknologiaa hyödyntävän vertikaaliviljelyn yleiskulut voivat olla tuotannon määrään suhteutettuna 30 % tavanomaista viljelyä alemmat. Taustalla on etenkin matala energian kulutus (led-valaistus, kasvien tarpeen mukaan säädetty valon määrä ja laatu, mm. aallonpituus), alemmat työvoimakulut (mm. automatisoidun olosuhteiden hallinnan ja valvonnan vuoksi), pienempi vedenkulutus (jopa -90 % avomaaviljelyyn verrattuna), pienempi kasvisten pesun, käsittelyn ja kasvinsuojelun tarve ja mahdollisesti alemmat kuljetuskustannukset.

Solumaatalouden hyötyinä mainittiin etenkin ympäristöhyödyt, tuotteiden puhtaus kontrolloidun tuotantoprosessin myötä ja mahdollisuus eettiseen tuotantoon, jotka koettiin kuluttajamarkkinoilla tärkeiksi argumenteiksi. Solumaatalous voi tarjota vaihtoehdon erityisesti eläinperäisille tuotteille, sillä ainesosia voidaan tuottaa ilman eläintuotantoon liittyviä eettisiä kysymyksiä ja tuotannossa voidaan keskittyä vain niiden tuotteiden tuotantoon, joille on kysyntää. Solumaatalous voi optimaalisessa tilanteessa muuttaa tuotantopanoksia (ravinteita) erittäin tehokkaasti

tuotteeksi (esimerkiksi niin sanotun ylläpitoenergian, eli eliön muihin toimintoihin kuin varsinaisesti kasvuunsa käyttämä energian tarve on hyvin vähäinen), ja tuotantopanoksina voidaan hyödyntää sivuvirtoja. Suljettu ravinnekierto auttaa hyödyntämään ravinteet tehokkaasti. Mikrobit ja niiden tuottamat yhdisteet (esimerkiksi proteiinit, rasvat ja mikroravintoaineet) koettiin toistaiseksi alihyödynnetyiksi ja niissä nähtiin uusia mahdollisuuksia. Myös teknologian skaalautuvuus ja teknologian vientimahdollisuudet koettiin solumaatalouden etuina.

Taulukko 1. Keskeiset uusien kasvintuotantomenetelmien ja solumaatalouden tunnistetut hyödyt ja haasteet verkkokyselyn vastausten perusteella.

	HYÖDYT	HAASTEET
Kasvin- tuotanto- menetelmät	Riskit paremmin hallittavia (sato, sää, tarjonnan vaihtelu, tuotteiden laatu ja puhtaus)	Perinteisen kasvihuonetuotannon korkea tehokkuus ei houkuttele siirtymään uuteen teknologiaan
	Tuottavuuden parantuminen, ympärivuotinen tuotanto mahdollista	Lainsäädännön rajoitteet; pinta-alatukea saa vain osalle kasvilajeista, uuselinparvikeasetus voi rajoittaa tunnettujenkin kasvien osalta eri kasvinosien käyttöä, kokonaan tekovalotuksen alla kasvaneet kasvit eivät voi saada luomumerkintää.
	Hyvin toteutettuna pienempi ympäristökuormitus (energia, kasteluvesi, ravinnekierto, viljelysmaan tarve, hiilijalanjälki, kasvinsuojeluaineet)	Kynnys aloittaa: tiedon ja kokemusten vähäisyys, ala alkutekijöissään, teknologian tunnettavuus vähäistä
	Laitoksen sijoittaminen tuotantopanosten (energia, hukkalämpö) hyödynnettävyyden mukaan	Korkeat aloituskustannukset, sähköriippuvuus ja sähkön kustannus
	Lähirookaa, mahdollisuus tuottaa lähellä kuluttaja tai tuottaa uusia kasveja.	Toimijoiden puute, etenkin teknologiatoimittajan puute
	Korkea laatu, erityisesti puhtaus	Kuluttajien ennakkoluulot, kasvihuonetuotannon kasveja ei mielletä luonnonmukaisiksi
Solu- maatalouden ratkaisut	Vaihtoehto eläintuotteille, solumaatalouteen ei liity eläintuotannossa puhuttavia eettisiä kysymyksiä	Ei koeta luonnonmukaisena, geneettinen muokkaaminen on mahdollista, ennakkoluulot geneettistä muokkausta kohtaan (yritykset, kuluttajat)
	Tehokas tapa muuttaa tuotantopanokset ruoaksi, voidaan käyttää sivuvirtoja	Lainsäädäntö, etenkin uuselinparvikehyväksynnän hitaus ja kalleus
	Teknologian vientipotentiaali ja skaalautuvuus	Suuret investointikustannukset, tuotannon kannattavuuden epävarmuus
	Ympäristöhyödyt (eläintuotantoa pienempi maankäyttö tarve ja hiilijalanjälki, resurssitehokkuus, kasvinsuojeluaineita ei tarvita, säästä riippumaton)	Kuluttajien hyväksyntä ja kuluttajatottumukset, kuluttajien kynnys vaihtaa eläinperäisiä tuotteita uusiin proteiiniä lähteisiin
	Tuotanto voidaan sijoittaa kulutuksen tai tuotantopanosten lähelle, hajautettu tuotanto mahdollista	Toistaiseksi rajallisesti tutkimustietoa, pieni panostus alan tutkimus- ja kehitystoimintaan Suomessa
	Monipuolisuus: voidaan tuottaa tarpeen mukaan monenlaisia ainesosia	Tuotantoteknologian ja prosessin valmiusaste, ei ole vielä valmis massatuotantoon, arvoketju on kehittymätön

Uusien tuotantomenetelmien haasteet

Verkkokyselyn vastauksissa tunnistettiin useita haasteita, jotka kaipaavat ratkaisuja ennen kuin uudet ruuan ja rehun tuotantomenetelmät voidaan ottaa laaja-alaiseen käyttöön (Taulukko 1). Haasteina mainittiin muun muassa yritysten valmius ottaa käyttöön uutta teknologiaa, riippuvuus sähköstä sekä uusien tuotantotapojen kuluttajissa aiheuttamat ennakkoluulot. Tuotannon korkeat aloituskustannukset (alkuinvestoinnit) ja rahoituksen saatavuus toiminnan aloittamiseen, erityisesti tuotantoprosessiinvestointeihin, koettiin haasteiksi molemmissa tuotantomuodoissa. Mikäli tuotteet vaativat uuselintarvikehyväksynnän, se koettiin selvänä haasteena.

Kerrosviljelytuotannossa toimijoiden puute, etenkin teknologiatoimittajan puute, koettiin haasteena. Koska ala on uusi, tämä voi heijastua korkeampana tekniikan hintana. Myös tiedon ja kokemusten puute hidastaa alan kehitystä. Uusien tuotantotapojen käyttöönottoa ja investointeja hidastavat rahoituksen saatavuuden ohella energiankäytön merkitys tuotantokustannusrakenteessa. Tavanomaisen kasvihuonetuotannon jo korkea tehokkuus ja alkutuotannon heikko yleinen kannattavuus koettiin hidastavina tekijöinä uusien menetelmien käyttöönotossa.

Solumaataloudessa merkittävimmäksi haasteeksi koettiin uuselintarvikehyväksynnän tarve, sillä hyväksyntäprosessi on kallis ja aikaa vievä. Uuden alan voi olla haastavaa kilpailla perinteisen tuotannon kanssa, jossa on jo vahvaa osaamista ja olemassa olevat toimivat rakenteet ja arvoketju. Solumaatalouden teknologioiden ja prosessien kehitysaste ei välttämättä ole vielä riittävän pitkällä massatuotantoon (mm. skaalautuvuus, kustannukset), ja arvoketju on kehittymätön ja osin vajaa. Tutkimus- ja tuotekehityspanostusten rajallisuus koettiin haasteeksi, sillä toistaiseksi solumaatalouden mahdollisuuksista on saatavilla verrattain vähän tutkimustietoa.

Myös mahdollinen geenimuuntelu (GM)-tekniikoiden käyttö tuotantoprosessissa voi herättää kysymyksiä, sillä etenkin kuluttajat voivat suhtautua ennakkoluuloisesti tuotteisiin, joissa on hyödynnetty GM-tekniikoita. Solumaatalouden tuotteet eivät ole kuluttajien keskuudessa vielä laajalti tunnettuja. Esimerkiksi Quorn™ on tuote, jota 32 % suomalaisista ei tunne lainkaan (VTT, julkaisematon tieto). Tuotteen tuntevillekaan ei ole välttämättä selvää, että se on tuotettu solumaatalouden keinoin. Yleisesti ottaen tarjolla on hyvin vähän tietoa kuluttajien suhtautumisesta solumaatalouden tuotteisiin. Olisi tärkeää ymmärtää paremmin mahdollisia ostovalintaan vaikuttavia tekijöitä tämän tuotantotavan osalta ja selvittää kuluttajien kiinnostusta näiden uusien tuotteiden kulutukseen.

Verkkokyselyn vastaajista lähes puolet arvioi, että taloudellinen tuki ei riittävästi mahdollista uuden kasvintuotantotavan kehittämistä. Vain noin kolmannes vastaajista arvioi, että lainsäädäntä mahdollistaa riittävästi solumaatalouden kehittämisen. Noin 40 % kaikista vastaajista arvioi, että poliittinen ilmapiiiri mahdollistaa riittävästi uusien tuotantotapojen kehittämisen. Sen sijaan yli puolet vastaajista arvioi tutkimuksen ja tuotekehityksen, osaamisen ja koulutuksen sekä markkinoiden kysynnän arvioitin mahdollistavan uusien tuotantotapojen kehittämisen (kuva 6).

Uusien tuotantomenetelmien energiasidonnaisuutta ja tekniikkaan perustuvaa luonnotta voidaan osaltaan pitää haasteena. Energian tuotantotapa ja hinta voi olla ratkaisevan tärkeää uuden tuotantotavan menetyksen kannalta. Energian tulisi mieluiten olla riittävän edullista ja uusiutuvaa. Tekniikan toimivuus ja energian saannin turvaaminen ovat tärkeitä tekijöitä.

Tekniikan käyttöön perustuva tuotantotapa saattaa omalta osaltaan herättää keskustelua kuluttajien keskuudessa.

Uusien ruuan ja rehun tuotantotapojen käyttöön saamiseksi kaivattiin tutkimuksen, tuotekehityksen ja investointien vauhdittamista, osaamisen kartuttamista ja jakamista, uudenlaista maatalouspoliittista ajattelua ja uusia laite- ja teknologiatoimittajia alalle.

Uusien ruuan ja rehun tuotantotapojen käyttöön saamiseksi kaivattiin muun muassa:

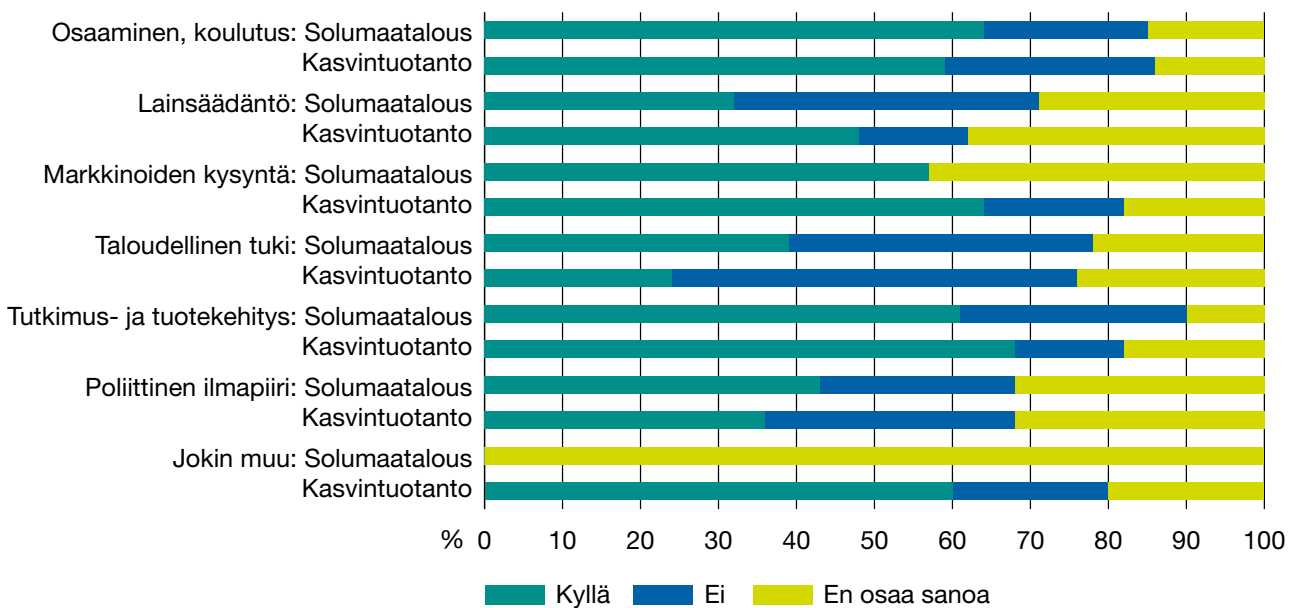
- tukea ja rahoitusta sekä tutkimukseen ja tuotekehitykseen että investointien vauhdittamiseen
- maatalouspolitiikkaan uudenlaista ajattelua, jossa huomioitaisiin nykyistä paremmin tulevaisuuden haasteet, kuten ympäristökysymykset, ja huoltovarmuus ja tarve tuottaa ruokaa

- koulutusta ja avointa tiedon ja kokemusten jakoa uusien tuotantotapojen osalta sekä kotimaassa että kansainvälisesti.

- uusia toimijoita alalle; esimerkkeinä mainittiin erityisesti laite- ja teknologiatoimittajat, joiden avulla uuden tuotannon aloittaminen on mahdollista.

Kasvintuotannossa kaivattiin viljelyosaamista ja esimerkkejä, jotka veisivät alaa eteenpäin käytännössä. Tuotantoa varten tulisi tunnistaa niin sanottuja lisäarvokasveja, joita viljelemällä korkeat tuotantokustannukset saadaan katettua. Kasvintuotannon tutkimuksessa sekä tuotantoa kehitettäessä on kiinnitettävä huomiota lämmön, ravinteiden ja kasteluveden talteenottoon.

Solumaataloudessa uuselinvarvikehyväksyntä koettiin suureksi haasteeksi, ja siihen toivottiin sekä apua prosessin läpiviemiseen, yhteistyötä esimerkiksi yhteisten taustaselvityksen muodossa, rahoitusta unohtamatta. Uuselintarvikelainsäädännön yksi keskeisistä haasteista on lupakäsittelyn kesto, joten lupakäsittelyn nopeuttamista ehdotettiin. Myös uuselinvarvikeprosessin byrokratian keventämistä



Kuva 6. Verkkokyselyn vastaajien näkemys siitä, mahdollistavatko eri tekijät riittävästi uuden tuotantotavan kehittämistä?

ehdotettiin. Solumaataloudessa yhdeksi kehittämis-kohteeksi nostettiin vientiosaaminen, sillä alan tunnistettiin tarjoavan mahdollisuuksia teknologian vientiin.

Yhteinen näkemys oli, että molemmissa tuotanto-muodoissa tarvitaan monipuolista osaamista. Alalta voi puuttua toimijoita, joiden tulo alalle ratkaisisi liiketoiminnan haasteita, jotka liittyvät esimerkiksi sivuvirtojen käyttöön, erilaisten asiantuntija- ja tek-nisten tukipalveluiden saatavuuteen tai tuotteiden prosessointiin ja jakeluun. Näin ollen ruokajärjestel-män toimintatapoja ja rakenteita tulisi miettiä ennak-koluulottomasti. Osana rahoitusongelmien ratkai-semista ehdotettiin rahoittajia sparraamaan niin perinteisiä kuin startup yrityksiä. Ylipäätään toivot-tiin, että tutkimuksen ja muun yhteiskunnan vuoro-vaikutus lisääntyisi, ja että uudet tuotantotavat saa-taisiin nopeasti käytäntöön. Käytäntöön viemistä auttaisi se, että esimerkiksi olisi oppilaitoksille ja yri-tyksille olisi havainnollisia esimerkkejä ja paikkoja ja alustoja, joissa voidaan testata tekniikan käyttöä. Kuluttajien ja tuottajien ennakkoluulojen voittami-seen ja uudesta tuotantotavasta viestimiseen tulisi kiinnittää huomiota.

Asiantuntijoilta ja sidosryhmiltä kysyttiin, mitä voi-simme oppia muilta mailta näistä uusista tuotanto-muodoista. Maailmalla on sekä tutkimustietoa että yritystoimintaa, joista Suomessa voidaan oppia ja ottaa mallia. Hyvien käytäntöjen ja ratkaisujen tuominen Suomeen alan eturivin osaajilta mainitiin tässä yhteydessä. Esimerkiksi olosuuhdekont-rolloitua kasvintuotantoa tulisi kehittää rohkeasti ja osoittaa hyödyt eri tuotteille, ja osa vastaajista koki, että tässä voimme ottaa oppia ja hakea koke-muksia ulkomailta. Markkinoinnissa, uusien tuot-teiden kehittämisessä ja kauppakunnostuksesta, eli maatalous- ja puutarhatuotteiden saattamisessa myynti- tai jalostuskelpoisiksi (esim. tuotteiden pakkaaminen, lajittelu laatuluokkiin, pesu, juurten siistiminen tai myyntikelvottomien tuotteiden pois-taminen, tuoteinformaation lisääminen) voidaan oppia ulkomaisilta toimijoilta. Esimerkiksi jakeluket-jujen rakenne ja kuluttajamarkkinoilta tulevat vaati-mukset ovat näkökulmia, voidaan tutkia ulkomaisia kokemuksia taustatietona hyödyntäen. Myös tek-

nologia- ja tuotekohtaista vertailua ('benchmarking') tulisi tehdä aktiivisesti pitäen ulkomaisia toimijoita vertailukohtana.

Poliittis-lainsäädännölliset näkökulmat

Poliittis-lainsäädännöllisten näkökulmien koettiin vaikuttavan tässä selvityksessä tarkasteltujen uusien ruoantuotantomenetelmien käyttöönottoon. Erityi-sesti keskustelua herättivät uuselinotarvikeasetus ja geneettistä muokkausta koskevat säädökset, mutta myös tukipolitiikka herätti keskustelua.

Euroopan parlamentin ja neuvoston uuselinotarvikea-setuksen ((EU) 2015/2283) mukaan uuselinotarvikelupa tuotteiden markkinointiin tarvitaan, jos tuotteella, sen ainesosalla tai sovellettavalla tuotantomenetelmällä ei ole käyttöhistoriaa EU:n alueella ennen toukokuuta 1997. Luvan voi saada ilmoitusmenettelyllä, jos tuot-teelle on osoittaa perinteistä ja turvallista käyttöä EU:n ulkopuolisessa maassa vähintään 25 vuoden ajalta. Hakemusmenettelyssä tulee selvittää tuotteen turval-lisuus EU-komission asetusten mukaan.

Asetuksen (EU) 2015/2283 mukainen uuselinotarvike-lupaprosessi sisältää useita vaiheita. Uuselinotarvike-hakemus lähetetään EU:n komissiolle sähköisen jär-jestelmän kautta ja komissio pyytää Euroopan elin-tarviketurvallisuusviranomaisen (EFSA) lausuntoa viimeistään kuukauden kuluttua hakemuksen asian-mukaisuuden todentamisesta. EFSA antaa lausun-non yhdeksän kuukauden kuluessa siitä päivästä, jona komissio on vastaanottanut asianmukaisen hakemuk-sen ja komissio tekee päätöksen seitsemän kuukau-den kuluessa EFSA:n antamasta lausunnosta. Koska lupaa varten tarvitaan runsaasti tietoja, lupaprosessi tutkimuksineen ja selvityksineen voi kestää kahdesta neljään vuotta ja maksaa muutamasta sadasta tuhan-nesta jopa miljooniin euroihin (European Commission, 2013; ks. myös vanhaan uuselinotarvikelainsäädäntöön liittyvä Brookesin (2007) selvitys). Uuselinotarvikelupa myönnetään tapauskohtaisesti laaditut määritelmät täyttävälle tuotteelle. Vastaavanlaiselle tuotteelle saa-tu lupa ei riitä, vaan tuotteelle on haettava lupa erik-seen, jos samalle kilpailevalle tuotteelle ei ole aiemmin myönnetty lupaa. Luvat eivät kuitenkaan ole hakija- tai

markkinointinimikohtaisia, vaan kuka tahansa voi hyödyntää lupaa ja tuoda jo hyväksytyt uuselinarvikkeen markkinoille kilpailemaan siellä jo olevan samanlaisen tuotteen kanssa. Hakemusta varten tarvitaan tietoja muun muassa uuselinarvikkeen tunnistamisesta, tuotantoprosessista, koostumuksesta, käyttöhistorias- ta ja ehdotetuista käyttötarkoituksista ja käyttötasoi- ta. Lisäksi tarvitaan tietoa uuselinarvikkeen imeytymi- sestä, elimistöön jakautumisesta, aineenvaihdunnasta ja erityksestä, ravitsemuksellisesta koostumuksesta ja mahdollisesta myrkyllisyydestä ja allergeeneista.

Solumaatalouden avulla tuotetut ainesosat ja tuotteet kuuluvat uuselinarvikelainsäädännön sääntelyn pii- riin. Yksittäistapauksissa elintarvikekäytöstä on löydet- ty todisteita ennen vuoden 1997 aikarajaa. Esimerkiksi torula-hiivan on todettu soveltuvan elintarvikekäyttöön ilman uuselinarvikeprosessin läpikäymistä (Euroopan komissio, 2022). Niihin solumaatalouden avulla tuo- tettuihin tuotteisiin, jotka sisältävät geneettisesti muo- kattuja soluja sovelletaan GMO-lainsäädäntöä. Mikä- li kyseessä on geneettisesti muokatusta organismista eristetty komponentti (ainesosa tai yhdiste) ja tuottees- sa ei ole enää geneettisesti muokattuja soluja, silloin edetään uuselinarvikelainsäädännön mukaan. Täl- löin on tärkeää pystyä näyttämään tuotetun kompo- nentin puhtaus ja vastaavuus (esim. eläinproteiini on sama, jonka eläin tuottaa, kuten kanamunan valkuais- proteiini). Uuselinarvikeasetus voi rajoittaa viljelykas- vilajivalikoiman monipuolistamista tuotannossa, sillä jo tunnettujenkin kasvien eri osien käyttöön voi liittyä rajoituksia.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1829/2003 mukaan muuntogeenisiä organismeja tai elintarvikkeita ei saa tuoda markkinoille, ellei niille ole myönnetty lupaa Euroopan Unionissa (EU). Kai- ki muuntogeeniset ainekset käyvät EU:ssa läpi tiukan hyväksymismenettelyn, joka sisältää muun muassa Euroopan elintarvikeeturvallisuusviranomaisen (EFSA) laatiman lausunnon muuntogeenisen tuotteen turval- lisuudesta. Hyväksytyt muuntogeeniset ainekset eivät vaikuta haitallisesti ihmisen, eläimen tai ympäristön terveyteen. Elintarvikkeen valmistuksessa käytetyistä muuntogeenisistä lajeista tai niistä valmistetuista ainesosista on tiedotettava kuluttajalle. Elintarvikepak- kauksen ainesosaluettelossa on välittömästi muun-

togeenisen ainesosan jälkeen tai muuntogeenisestä lajista valmistettujen ainesosien jälkeen oltava mainin- ta sen muuntogeenisyydestä. EU:ssa hyväksytyt muuntogeenisten organismien ja niistä valmistettujen tuotteiden käyttö on rehuissa sallittua tietyin edellytyk- sin. Muuntogeenisen aineksen vähäinen esiintyminen rehuissa kuitenkin sallitaan ilman merkintävelvoitetta, mikäli muuntogeenistä rehuainetta on enintään 0,9 % rehusta ja sekoittuminen on ollut satunnaista tai tekni- sesti mahdotonta välttää.

Sekä solumaatalouden että uudenlaisen kasvintuo- tannon tuotantolaitosta rakennettaessa on otetta- va huomion myös se, että laitoksen rakentaminen ja käyttöönotto saattaa vaatia erilaisia kiinteistöön ja sen toimintaan liittyviä lupia. Esimerkiksi rakennus- lupa vaaditaan uudisrakennuksen rakentamiseksi tai merkittävässä jo olemassa olevan rakennuksen muu- tos- ja korjaustöissä. Ympäristön pilaantumisen vaa- ra aiheuttaville toimintoille puolestaan tarvitaan ympäristönsuojelulain mukainen lupa (YSL 527/2014). Näitä toimintoja ovat esimerkiksi metsä-, metalli- ja kemianteollisuus, energiantuotanto, suuret eläinsuo- jat ja kalankasvatus. Ympäristöluvassa voidaan antaa määräyksiä mm. toiminnan laajuudesta, päästöistä ja niiden vähentämisestä. Luvan myöntämisen edellytyk- senä on muun muassa, että toiminnasta ei saa aiheu- tua terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantu- mista tai sen vaaraa.

Lainsäädäntö ohjaa tulevaisuudessa yhä paremmin kirjaamaan, selvittämään ja raportoimaan erilaisten sivu- ja jätevirtojen muodostumisesta ja hyötykäyttöä, mistä on todennäköisesti hyötyä, kun kehitetään uusia kiertotalousratkaisuja ruoantuotantoon. Jätelain (646/2011) mukaan on kiellettyä polttaa tai sijoittaa kaatopaikalle uudelleenkäytön valmistelua tai kierrä- tystä varten erilliskerättyä jätettä. Vuonna 2019 ane- tun Euroopan komission päätösasetuksen ((EU) 2019/ 1597) mukaan jäsenmaiden tulee raportoida jatkossa vuosittain elintarvikejätteen määrä ruokaketjun eri vai- heista. Lisäksi uudessa eduskunnan hyväksymässä jätelaissa (Laki jätelain muuttamisesta 714/2021) on säädetty elintarvikealan toimijoille kirjanpito- ja tiedon- antovelvollisuus elintarvikejätteestä. Nämä uudeh- kot lait ja asetukset tähtäävät luonnollisesti jätteiden vähentämiseen, mutta samalla kannustavat sivu-

virtojen hyödyntämiseen ruoan ja rehun tuotannossa. Jätteiden ja sivuvirtojen käytöstä kerätty tieto edesauttaa erilaisten raaka-ainevirtojen hyötykäyttöä esimerkiksi solumaatalouden prosesseissa.

Uusia ruoantuotantomenetelmiä koskeviin poliittis-lainsäädännöllisiin rajoitteisiin liittyvä tukijärjestelmä. Solumaatalous ei kuulu maataloustukien piiriin, ja viljelijätukea voi hakea vain osalle keinovalotuksen avulla viljeltävistä kasvilajeista. Tämä voi vaikuttaa yrityksen edellytyksiin käynnistää tuotantoa.

Uusia ruoantuotantomenetelmiä koskeviin poliittis-lainsäädännöllisiin rajoitteisiin liittyvä tukijärjestelmä. Solumaatalous ei kuulu maataloustukien piiriin, ja viljelijätukea voi hakea vain osalle keinovalotuksen avulla viljeltävistä kasvilajeista. Tämä voi vaikuttaa yrityksen edellytyksiin käynnistää tuotantoa. Kasvihuonetuotannossa viljelijätuilla on huomattavasti pienempi merkitys kuin esimerkiksi viljojen viljelyssä, sillä tukien osuus kasvihuonealan tulonmuodotuksesta on 5-7 % (Luke Taloustohtori, 2020). Lisäksi pelkästään tekovalotuksen alla kasvaneet kasvit eivät voi saada luomumerkintää, mikä voi rajoittaa uusien menetelmien käyttöönottoa. Tämä voi aiheuttaa haasteita silloin, kun tekovalotuksella voidaan tuottaa kasveja ympäristöystävällisesti ja ilman torjunta-aineita. Luomutuotannossa korostetaan muun muassa tuotantotavan luonnonmukaisuutta ja maaperän hedelmällisyyden ja biologisen aktiivisuuden hoitoa (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2018), minkä vuoksi olosuhdekontrolloidussa viljelyssä saatetaan kokea olevan luomutuotannon hengen vastaisia ominaisuuksia. Olosuhdekontrolloitu tuotanto voi edistää luomutuotannon tavoitteiden toteutumista sekä suoraan että välillisesti, koska siinä ei välttämättä tarvita kasvinsuojeluaineita, energiaa voi olla uusiutuvaa, ravinteet kierrätetään tehokkaasti ja maata vapautuu muuhun käyttöön.

EU:n maatalouspolitiikan tavoitteena on kehittää EU:n maataloustuotantoa ottaen huomioon mm. ympäristön hyvinvointi ja maaseutualueiden elinvoimaisuus. Maatalouspolitiikkaan sisältyy erilaisia tukitoimia ja muita toimia. Nykyisin maksettavat viljelijätuet ovat määräytyneet vuosikymmenten mittaan erilaisen politiikkauudistusten yhteydessä. Vielä 1990-luvun alussa maataloustuotteille maksettiin Euroopan yhteisössä tuotantomäärästä riippuvaa hintatukea, joka toteutettiin melko pitkälti ylläpitämällä rajasuojaa (mm. tullit, tuontirajoitukset), joka piti tuottaja- ja kuluttajahinnat yhteisössä korkealla. Toisin sanoen kuluttajat tukivat maataloutta maksamalla tuotteista korkeaa hintaa. Maatalouspolitiikkaa uudistettiin merkittävästi 1990-luvulla. Uudistusten myötä maataloustuotteiden hintoja EU:ssa laskettiin ja samalla siirryttiin hintatukien käytöstä kohti pinta-alatukia, joilla kompensoitiin hinnanalennuksia viljelijöille. Näin ollen kuluttajat eivät enää tukeneet tuotantoa tuotteiden hinnassa, vaan tuki maksettiin verovaroista ja tuotannon annettiin määräytyä entistä vapaammin markkinoilla. Sittemmin markkinaehtoisuutta on lisätty eri politiikkauudistusten yhteydessä: tukea on irrotettu tuotannosta ja kohdennettu entistä enemmän mm. erilaisiin ympäristönsuojelutoimenpiteisiin. Näiden politiikkamuutosten taustalla on vaikuttanut yhtäältä yhteiskunnan paine lisätä ruoantuotannon kestävyttä ja alentaa ruoan hintaa ja toisaalta kansainvälisen kaupan vapautumista edistäneet sopimukset, joissa tuotantoon sidottu tuki on katsottu vähiten sallituksi tukimuodoksi.

Viljelijä- tai investointituen hakumahdollisuus on rajattu erikseen nimettyihin tarkoituksiin. Kasvihuonetuotannon tuki on koko maassa maksettava kansallinen tuki, jota voi hakea seuraaville kasveille tai kasviryhmillä: tomaatti, kasvihuonekurkku, avomaankurkku, salaatti (*Lactuca sativa* ja *Cichorium*-lajit), lehtitilli, persilja, paprika, kiinankaali, leikkokukat, leikkovihreä, ryhmäkasvit ja sisätiloihin tarkoitettut ruukussa viljeltävät koristekasvit. Lisäksi tukea voi hakea salaatin sekä ruukkulehtitilliin ja ruukkupersiljan taimituotantoon viljelijän omaan kasvihuonekäyttöön. Tuen määrään vaikuttavat kasvien viljelypinta-ala sekä viljelyjakson pituus.



Viljelijätukien tarkoituksena on turvata tuotannon kannattavuus ja jatkuvuus, ja niitä rahoitetaan EU:n maataloustukirahastosta, EU:n maaseuturahastosta ja kansallisista varoista (Ruokavirasto, 2022a). Uudet Suomeen viljelyyn tuotavat kasvit eivät pääsääntöisesti kuulu viljelijätukien piiriin, mikä voi heikentää kannustimia niiden viljelyyn nykyisin Suomessa viljeltäviin kasveihin verrattuna.

Maatalouden investointitukea voi hakea viljelijä tai yksityisoikeudellinen yhteisö, joka elinkeinonaan harjoittaa tai ryhtyy harjoittamaan maatilalla maataloutta, tai maatalousyrittäjien yhteenliittymä (kasvihuoneosakeyhtiö). Maatalouden investointitukia voi hakea tilan toiminnan laajentamiseen tai uudistamiseen. Kasvihuonetuotannossa tukikelpoisia investointeja ovat (viljeltävästä kasvista riippumatta) tarvittavat rakentamisinvestoinnit sekä elintarvikekäyttöön viljeltävän puutarhakasvin tuotannossa tarvittavan kasvutunnelin hankinnat. Tukea voidaan myöntää maataloustuotteiden myyntikunnostamisessa tarvittavaan rakentamis-

investointiin ja koneen tai laitteen hankintaan, tai kun tarkoituksena on parantaa työoloja, tuotantohygieniaa tai ympäristön tilaa. Etelä-Suomen A- ja B-tukialueilla avustusta voidaan myöntää enintään 30 % investoinnin hyväksyttävistä kustannuksista. Lisäksi voidaan myöntää korkotukilainaa, jonka määrä on enintään 65 % investoinnin hyväksyttävistä kustannuksista, ja korkotuen suuruus on enintään 10 % hyväksyttävistä kustannuksista. Investointi- ja aloitustuet rahoitetaan EU:n maaseuturahastosta ja kansallisista varoista (Ruokavirasto, 2022b). Olosuhdekontrolloidun kasvintuotannon tai solumaatalouden aloittaminen vaatii merkittäviä investointeja. Solumaatalous ei kuitenkaan kuulu maatalouden investointitukien piiriin, ja olosuhdekontrolloidun kasvintuotannossakin saattaa olla tilanteita, joissa suunniteltu investointi ei ole tukikelpoinen. Tästä näkökulmasta katsoen tämänhetkinen tukirakenne voi olla tuotantorakenteita säilyttävää, mikä voi heikentää yritysten investointihalukkuutta uudenlaiseen tekniikkaan, etenkin jos investoinneista kilpailevalle tuotantotavalle on saatavissa investointitukea.

Ratkaisuja tunnistettuihin haasteisiin

Verkkokyselyssä pyydettiin ehdottamaan ratkaisuja haasteisiin, joita kontrolloidun kasvintuotannon ja solumaatalouden tuotantomenetelmissä oli tunnistettu (Taulukko 2).

Taloudellisten ja poliittisten haasteiden kohdalla sekä kyselyvastauksissa että työpajassa pohdittiin tuotanto- ja investointitukien mahdollista roolia. Kasvi-huonetuotannossa viljelijätukien merkitys koettiin marginaaliseksi, ja tuotanto tapahtuu markkinaehtoisesti. Luken Taloustohtorin (2020) mukaan tukien osuus kasvihuonealan tulonmuodostuksesta on noin 5–7 %. Yksittäisillä viljelykasveilla tuilla voi kuitenkin olla suurempi merkitys, mikä voi vaikuttaa viljelykasvi valintaan, ja peltoviljelyssä tuilla on suurempi merkitys, mikä voi vaikuttaa tuotantotavan valintaan. Työpajaosallistujat eivät kuitenkaan pitäneet tuotantotukea kestäväenä tai realistisena tulevaisuuden vaihtoehtona kehittää uusia tuotantomuotoja, vaan markkinaehtoinen toimintatapa sai enemmän kannatusta. Osa keskustelijoista kuitenkin nosti esille kysymyksen, tulisiko erilaisia tukia kohdentaa entistä selvemmin ympäristöystävällisen tuotannon kehittämiseen ja viljelypinta-alan käytön tehokkuuteen kannustamisen. Tämä nähtiin keinoina kehittää tukipolitiikkaa. Sen sijaan investointituki koettiin keskustelussa tärkeämmäksi tukimuodoksi ja julkisen tuen ja rahoituksen kohdentamisen kasvintuotannon investointien vauhdittamiseen (esim. korotettu tai kohdennettu investointituki) nosti esille useampi keskustelija. Eräs osallistuja huomautti, että olisi varmistettava tukien sopivuus osakeyhtiöpohjaisille toimijoille.

Teknologian yleistymisen ja tuotantovolyymien kasvun investointien myötä koettiin tuovan lisää laitevalmistajia toimialalle, joiden vähäisyys tällä hetkellä on yksi merkittävä pullonkaula. Tuotekehitykseen kaivattiin rahoitusta ja esimerkiksi uusien teknologioiden

testaaminen voisi tapahtua julkisin varoin, ehdotti useampi keskustelija. Erikseen mainittiin uusiutuvien energialähteiden kehittäminen, koska energia on suuri kustannuserä sekä olosuhdekontrolloidussa kasvintuotannossa että solumaataloudessa. Keskustelijat näkivät, että erilaiset kohdistetut tutkimus-, tuotekehitys- ja innovaatorahoitusinstrumentit ovat osaratkaisu vauhdittamaan uusien ruoantuotantotapojen käyttöönottoa Suomessa.

Kohdistetut tutkimus-, kehittämis- ja innovaatorahoitusinstrumentit ovat tärkeä osaratkaisu vauhdittamaan uusien ruoantuotantotapojen käyttöönottoa Suomessa.

Markkinatilanteen säännöllinen seuraaminen (kysyntä vs. tarjonta; syyt kysyntään ja sen vaihteluihin) sekä markkinalähtöisen että tutkimustiedon tuottaminen, jotta toimijat pysyvät ajan tasalla ja jopa hieman etunojassa kustannusten kehittymisestä, koettiin osaratkaisuna alan toimintaedellytysten kehittämiseen. Markkinatietoa tulisi kuitenkin tuottaa ja jakaa kilpailulainsäädäntö huomioon ottaen. Uusien ympäristöystävällisempien kasviproteiini-raaka-aineiden osalta nostettiin esiin niiden suuri kysyntä. Samalla kuitenkin todettiin, että kasviproteiinien hinta ei saa olla liian korkea ja niistä jalostettujen tuotteiden tulisi olla helposti käytettävissä muodossa (jauho, proteiinikonsentraatit ja -isolaatit).

Tulevien poliittisten haasteiden ratkaisemisesta todettiin, että päättäjien, järjestöjen, viljelijöiden, alan toimijoiden välille tarvitaan lisää vuoropuhelua. Näin saadaan mahdollisuudet ja haasteet esille ja yhteiseen keskusteluun välttämättä vastakkainasettelua tuotantotapojen välillä. Uusien ruoantuotantoteknologioiden

käyttöönoton esteiden purkaminen koettiin tärkeäksi niin, että etenemismahdollisuudet Suomessa muodostuisivat mahdollisimman hyväiksi. Erialaisten uusien ruoantuotantoratkaisujen ympäristösuorituskyky on kyettävä kuitenkin ensin tapauskohtaisesti osoittamaan, jotta edistetään varmasti ympäristöllisesti aiempaa kestävämpiä ratkaisuja. Lisäksi alan houkut-

televuuden lisääminen muun muassa aktiivisen viestinnän avulla koettiin tärkeäksi. Tiedotuksen tukeminen edistäisi markkinointia ja yrittäjien ja rahoittajien kiinnostusta lähteä mukaan. Se voisi hälventää ja auttaa ymmärtämään teknologiaan ja teknologiariippuvuuteen kohdistuvia epäluuloja.

Taulukko 2. Kooste verkkokyselyssä esiin nostetuista ratkaisuista tunnistettuihin haasteisiin uusien ruoantuotantotapoihin liittyen.

TUOTANTOTAPA	HAASTETYYPPI	RATKAISU HAASTEeseen
Kasvintuotanto- menetelmät	Taloudellinen	Enemmän kohdistettuja tutkimus-, tuotekehitys- ja innovaatorahoitus-instrumentteja ja rahoitusta sekä tutkimukseen että yritystoimintaan, jotta uusien teknologioiden potentiaali voidaan osoittaa ja valmiusastetta nostaa. Uusiutuvien energiaratkaisujen kehittäminen, jotta voidaan varmistaa, että energialähde on sekä kestävä että kustannustehokas.
	Poliittinen	Viljelijätukien entistä selvempi kohdentaminen ympäristöystävällisen tuotannon kehittämiseen. Vuoropuhelun lisääminen päättäjien tukemana sidosryhmien ja toimijaverkoston välillä, jotta vastakkainasettelun sijasta yhteistyön kautta saadaan uudet menetelmät tehokkaasti käyttöön.
	Osaaminen	Tiedon lisääminen: aktiivinen viestintä markkinatilanteesta ja uusista tutkimustuloksista. Jatkuvaa panostusta tutkimus-, tuotekehitys- ja innovaatiotoimintaan: lisää toimijoita alalle teknologian yleistymisen ja alan kasvun myötä. Havainnollistamista ja esimerkkejä opetuksen, neuvonnan ja testialustojen kautta.
Solumaatalouden ratkaisut	Taloudellinen	Enemmän kohdistettuja tutkimus-, tuotekehitys- ja innovaatorahoitus-instrumentteja ja rahoitusta. Houkuteltava riskirahoittajia ja ulkomaisia sijoittajia. Tuotantotukien entistä selvempi kohdentaminen ympäristöystävällisen tuotannon kehittämiseen. Prosessien integroiminen olemassa olevaan teollisuuteen: sivuvirtojen hyödyntäminen tuotantopanoksina.
	Lainsäädännöllinen	Uuselintarvikelain vaatimiin prosesseihin ja vaatimusten täyttämiseen valtion ja rahoittajien tukea . Lisää yhteistyötä, selkeitä ohjeita ja osaavia toimijoita tukemaan lupaprosessissa. Lupaprosessin nopeuttaminen yhteisellä tietokannalla, johon jo tutkittua tietoa on koottu. GMO-lainsäädännön uudistamisen vauhdittaminen, suomalaiset aktiivisemmin mukaan työhön.
	Markkinoiden kysyntä	Lisää kuluttajatutkimusta, ja oikeanlaista viestintää kuluttajille hyväksynnän takaamiseksi, esimerkiksi tuotteiden etuihin ja GMO-keskusteluun liittyen. Tuotteiden brändääminen ja markkinointi: oikeanlaisen terminologian kehittäminen, esimerkiksi miten tuotteiden alkuperä nimitään. Jakeluverkoston ja myyntikanavien kehittäminen.

Solumaataloutta koskevassa keskustelussa todettiin, että liiketoiminnan kehittäminen vaatii julkisen rahoituksen lisäksi riskirahoittajia. Osarahoittajaksi ehdotettiin elintarviketeollisuutta ja jopa kuluttajia. Myös solumaataloudessa kaivattiin riittävän suurta ja pitkäkestoista tukea tutkimusvaiheelle ja tukea investointeihin erityisesti kaupallisen toiminnan alkuvaiheessa esimerkiksi Business Finlandin, EU:n ja ministeriöiden kautta. Solumaatalouden kommentissa ehdotettiin, että Suomesta tulisi brändätä vetovoimainen ruokateknologian edelläkävijä ja näin houkutella Suomeen ulkomaalaisia sijoittajia. Myös brändäyksen rahoitusta toivottiin vahvistettavan.

Esille nousi solumaatalouden tuotannon mittakaavan kasvattaminen ja automatisointi, jotta saavutettaisiin mittakaavaetuja. Kaikkia teollisuuden ja maatalouden sivuvirtoja ehdotettiin raaka-aineeksi arvokäyttöön, ja olemassa olevien arvoketjujen hyödyntämistä ja kehittämistä tästä näkökulmasta ehdotettiin myös. Olennaista olisi varmistaa edullisten raaka-aineiden saanti sekä sivuvirtojen hyödyntäminen. Esimerkiksi hiilen- ja typenlähde teollisuuden sivuvirroista voi auttaa ratkaisemaan tuotannon kannattavuuteen liittyviä haasteita sekä parantaa prosessin ympäristöystävällisyyttä. Keskustelussa todettiin, että uudistuvan ruokajärjestelmän on taattava kaikkien nykytoimijoiden oikeudenmukainen kohtelu, niin sanottu kestävä sopeutuminen.

Uuselintarvikelain vaatimiin prosesseihin ja lupavaatimusten täyttämiseen ehdotettiin valtion ja rahoittajien tukea, aktiivista yhteistyötä sekä tehokasta ohjeistusta asiantuntijoilta.

Solumaatalouden kehityksestä keskusteltaessa uusielintarvikehyväksyntä todettiin erittäin keskeiseksi lainsäädännöstä johtuvaksi haasteeksi, johon olisi tärkeä löytää ratkaisuja. Uuselintarvikelain vaatimiin prosesseihin ja vaatimusten täyttämiseen ehdotettiin valtion ja rahoittajien tukea, aktiivista yhteistyötä (esim. yhteistyö uusielintarvikehakemuksissa), sekä tehokasta ohjeistusta asiantuntijoiden

toimesta. Moni keskustelija ehdotti uusielintarvikeprosessin nopeuttamista ja ”keventämistä”. Uusien teknologioiden käyttöönotossa voisi olla EU-tason toimijaverkosto ja tietokanta, joka keräisi tietoa kaikkien toimijoiden tutkimuksesta uusielintarvikeprosessia varten. Osalla osallistujista oli vaikeuksia tunnistaa konkreettisia toimia, joita tulisi tehdä EU-tasolla. Elintarvikealan säätelyä toivottiin myös hieman löysennettävän, jotta yrityksillä olisi hieman enemmän liikkumavaraa. Lainsäädännön vaatimustenmukaisuuden täyttämiseen toivottiin nykyistä selkeämpiä ohjeita. Esimerkkinä mainittiin se, mitä ravinteita voidaan käyttää mikrobien kasvatukseen ja mitä ei. Lainsäädäntöön liittyvänä ratkaisuna ehdotettiin uudistettavan GMO-lainsäädännön kiirehtimistä valmiiksi, ettei epätietoisuus Euroopan tulevasta lainsäädännöstä karkottaisi investoijia.

Markkinoiden kysyntään liittyvien haasteiden ratkaisemisessa korostettiin kuluttajien näkemysten tuntemista, huomioimista ja tuotannon brändäystä. Kuluttajille tärkeitä tuoteominaisuuksia, joita olisi kehitettävä ja tuotava esille olivat hinta, laatu, aistinvaraiset ominaisuudet (maku, rakenne), houkuttelevuus, terveysvaikutukset ja ulkonäkö sekä tiedepohjaiset ympäristövaihtamät. Solumaatalouden tuotteiden vegaanisuus tai ”eläinvapaa” koettiin tärkeänä argumenttina eläinperäisten ainesosien tuotannossa. Vegaanisuuden yhteydessä korostettiin, että tällöin prosessissa käytettävien tuotantopanosten tulisi olla vegaanisia. Markkinointiin ja brändäämiseen toivottiin keskustelussa satsauksia. Esimerkkeinä mainittiin panostukset tuotteiden nimeämiseen (esim. miten markkinoida solumaataloudella tuotettuja eläinperäisiä tuotteita) ja todennukaisten mielikuvien luomiseen.

Molemmissa tuotantomuodoissa toivottiin, että kuluttajille viestitään asianmukaista ja asiantuntevaa informaatiota tuotantomenetelmästä esimerkiksi sosiaalisen median kanavien kautta. Kuluttajakysyntään vastaamiseksi uuden alan on luotava myynti- ja jakeluverkosto. Vaikka solumaatalouden tuotteet voivat olla helpommin kuluttajille hyväksyttävissä elintarviketeollisuuden käyttäminä ainesosina (kuluttajatuotteiden sijasta), on myös yritysmyyntiä (B2B) varten luotava toimiva jakeluketju ja myyntikanavat.

Tällä hetkellä useimmissa solumaatalouden tuotteissa ei ole käytetty geneettistä muokkausta. Silti geenimuunteluun liittyvillä kysymyksillä voi olla suuri merkitys solumaatalouden tuotteiden hyväksynnässä asiakkaiden ja kuluttajien keskuudessa, koska geenimuunteluun kohdistuu paljon ennakkoluuloja ja erityisesti polarisoituneessa keskustelussa käsitteet menevät usein sekaisin. Kyselyyn ja työpajaan osallistujien käsitys oli, että tulevaisuudessa geneettinen muokkaus tulee olemaan mukana entistä enemmän myös solumaataloudessa. Siksi on tärkeää, että käsitteet pidetään mahdollisimman selkeinä ja että kuluttajille tarjotaan tietoa sekä tuotteiden ympäristöystävällisyydestä että turvallisuudesta.

Ruoantuotantojärjestelmän muutospaineet voivat nostaa GMO-keskustelun uudestaan esiin Euroopassa. Tämän myötä kuluttajat punnitsevat tarkemmin GM-tekniologioiden hyötyjä ruoantuotannon yhteydessä, ja näin GMO:sta voi tulla helpommin hyväksyttävää ja kannatettavaa.

Solumaatalouden kuluttajahyväksyntä ja viestintä etenkin GM-tekniikoiden kohdalla koettiin merkittäväksi haasteeksi. Samalla huomautettiin, että esimerkiksi moni elintarviketeollisuuden käyttämä entsyymi tuotetaan GM-organismeilla, mutta puhdistettuina proteiineina niitä ei sisällytetä GM-lainsäädännön piiriin. Nykyisin kauppa vaatii tuottajilta ja teollisuudelta GMO-vapautta, koska se käyttää sitä markkinoinnissaan kuluttajille. GMO-pohjaista biomassaa voitaisiin kuitenkin jo tällä hetkellä käyttää rehuksi. Ruoantuotantojärjestelmän muutos-

paineet voivat kuitenkin nostaa GMO-keskustelun uudestaan esiin Euroopassa. Tämän myötä kuluttajat punnitsevat tarkemmin GM-tekniologioiden hyötyjä ruoantuotannon yhteydessä, ja näin GMO:sta voi tulla helpommin hyväksyttävää ja kannatettavaa. Kysynnän lisäksi erityisesti poliittinen päätöksenteko voi toimia GMO:n hyväksymisen ajurina.

Sekä solumaatalouden että uudenlaisen kasvintuotannon arvoketjuihin kaivattiin lisää toimijoita, jotta tuotantotapa ja sen arvoketju kehittyisi. Molempiin arvoketjuihin kaivattiin muun muassa tutkimusalan toimijoita, keksijöitä ja innovaattoreita, rohkeita yrittäjiä ja viljelijöitä, tuotekehittäjiä sekä kansallisia ja kansainvälisiä riskirahoittajia.

Kasvintuotannon arvoketjuihin kaivattiin koulutuksen tarjoajia, neuvojia ja tuotantotavasta tiedottajia. Lisäksi kaivattiin dataohjatun tuotannon asiantuntijoita, erityisesti kotimaisia vertikaaliviljelyn tekniikan valmistajia (esim. laitteet, automaatio, tekoäly, ohjelmistot). Koko tuotantoketju aina laitteiden toimittajista ja tuotantolaitoksesta huoltajiin koettiin tärkeäksi kehityskohteeksi. Kun tuotanto- ja arvoketju on kehittynyt ja valmis, toimintamalli on helpompi monistaa.

Osallistajat olivat epätietoisia siitä, minkälaisia toimijoita solumaatalouden arvoketjuun tarvitaan. Tarvittavina uusina toimijoina mainittiin biotekniikan yritykset. Toimijoita voisi löytyä jo olemassa olevien yritysten toimintojen uudistumisen ja uudelleensuuntaamisen avulla. Suomesta koettiin löytyvän alan huippuosaamista, mutta tulisi varmistaa osaamisen ja teknologian siirto kotimaisiin yrityksiin. Kommenttipuheenvuoroissa toimijoita kannustettiin aktiiviseen startup-yritystoimintaan, ja suurille suomalaisille yrityksille toivottiin lisää rohkeutta tehdä uusia avauksia.

Osaamisen kasvattaminen Suomessa

Uusia tuotantomenetelmiä koskevien alojen osaamisen ja koulutuksen haasteiden ratkaisemiseksi ehdotettiin useita eri keinoja. Alan kehityksen seuraaminen yhtäältä kotimaisten ja toisaalta kansainvälisten eturivin toimijoiden myötä, ja parhaiden toimintamallien ja ideoiden jakaminen erilaisilla foorumeilla, seminaareissa ja tilaisuuksissa alan toimijoiden kesken koettiin tärkeäksi. Kasvintuotannossa etenkin suuren mittakaavan kansainvälisiltä yrityksiltä olisi mahdollista oppia, sillä Suomessa suurin osa on vielä pieniä toimijoita.

Monialaista osaamista (Taulukko 3), uudenlaisia asiantuntijuuksien yhdistelmiä sekä oppilaitosten, tutkimuslaitosten ja yritysten välisen yhteistyön tiivistämistä peräänkuulutettiin molemmissa ruoantuotantomuodoissa. Kasvintuotantoon esitettiin testialustoja, pilotteja ja ajantasaisen infrastruktuurin hyödyntämistä opetuksessa (vierailut toimivissa yrityksissä, havainnollistaminen, harjoittelupaikat, opinnäytteet) sekä opiskelijoiden että opettajien osaamisen lisäämiseksi. Tämä tarvekokonaisuus on relevantti myös solumaataloudessa. Tuotekehitykseen ja innovointiin toivottiin panostettavan laajalla rintamalla.

Proteiinikasvien viljelyn kehittämisessä tarvitaan laaja-alaista osaamista ja näkemyksellisyyttä. Kasvinviljelyn osaamisen kehittämisessä tulisi kiinnittää huomiota nykyistä enemmän valobiologian ja huoneen ilmaston hallinnan vaikutuksiin kasvin tuottavuuteen. Opintojen sisältöä tulisi räätälöidä uusien teknologioiden mukaan. Kasvinviljelyalalle koettiin tarvittavan monipuolista, laaja-alaista osaamista tekniikan, digitaitojen, viljelyn, analyysimenetelmien, taloushallinnan ja kasvibiologian ja -fysiologian aloilta (on tunnettava mm. sensorit, mittalaitteet, strategiat, tulevaisuustaidot, riskinhallinta, talous,

teknologiajohtaminen, optimointi, markkinointi, asiakkuuksien johtaminen; erityisesti LED-valotekniikka ja uusiutuvan energian hyödyntäminen on tärkeää). Laitekehityksessä on tunnettava paremmin kasveja ja niiden kasvun ja tuotantoprosessin edellytyksiä. Lisäksi tarvitaan rinnalla kulkevaa osaamista ympäristövaikutusten ja kestävyuden arvioinnista ja näiden hyödyntämisestä positiivisina perusteltuina ympäristöväittäminä.

Monialaista osaamista, uudenlaisia asiantuntijuuksien yhdistelmiä sekä oppilaitosten, tutkimuslaitosten ja yritysten välisen yhteistyön tiivistämistä peräänkuulutettiin molemmissa ruoantuotantomuodoissa.

Tiedon yhdistäminen ja yhteistyön rooli kasvaa. Kasvintuottajan nähtiin olevan tulevaisuudessa enemmän insinööri, mikä voi houkuttaa uutta ja innovatiivista työvoimaa alalle. Koska kasvintuotanto muuttuu teknologiapainotteisemmaksi, tarvitaan entistä enemmän yhteistyötä eri alojen kesken ja rajapintojen osaamista ja erilaisia osaajia, erityisesti kasvintuotannosta kiinnostuneita insinöörejä. Keskustelussa nähtiin, että vertikaaliviljelyssä tarvitaan osaajatiimi, jossa on monen alan osaamista. Eri koulutusalojen törmäyttämistä tulisi tehdä jo opiskeluaikana, erityisesti biologian ja tekniikan alojen välillä esimerkiksi tarjoamalla kasvihuonetuotannon opiskelijoille ymmärrystä teknologian mahdollisuuksista, unohtamatta kuitenkaan perusopintoja viljelystä, jonka päälle rakennetaan näitä teknologian oppeja. Myös markkina- ja talousosaamista arvioitiin tarvittavan (mm. rahoitusinstrumentit, myyntiverkoston rakentaminen, liiketoiminnan suunnittelu).

Solumaataloudessa teknologian kehittämisen osaamistarpeet olivat osittain samanlaisia kuin kasvintuotannossa. Solumaataloudessakin olennaista on koko prosessin ja tuotantoketjun laaja-alainen ymmärtäminen ("solutehtaasta ruokapöytään") ja yhteistyö eri toimijoiden välillä. Osaamistarpeina mainittiin muun muassa bioteknologinen osaaminen, mikrobikantojen kehittäminen, kasvatusolosuhteiden hallinta, turvalliset tuotantomenetelmät ja prosessiautomaatio. Muita mainittuja osaamisteemoja olivat sivuvirtojen prosessointi solutehtaiden hyötykäyttöön, prosessien tuotantokapasiteetin kasvattaminen, erotus- ja jälkikäsittelyprosessit bioreaktorikasvatuksen jälkeen sekä monipuolinen tuotteiden jatko-prosessointi-, ja tuotekehitysosaaminen. Matkalla suurempaan tuotantomittakaavaan tarvitaan "insinöörijattelua", energiataseiden ymmärrystä ja bioprosessointiosaamista. Etenkin solumaatalou-

dessa tärkeäksi osaamisalueeksi nousi kuluttajaymmärryksen kartuttaminen ja tuotteiden kuluttajäläinen markkinoille vieminen ja siihen liittyvä hyvä kaupallistamisosaaminen ja brändäys sekä kotimaassa että vientimarkkinoilla. Lisäksi tarvitaan laki-osaamista. Myös digitalisaatioon ja tekoälyyn liittyvä osaaminen mainittiin tuotantoteknologian optimoinnin yhteydessä osaamistarpeena.

Osaajilta peräänkuulutettiin rohkeaa strategista ajattelua, visionäärisyyttä ja valmiuksia yhteistyöhön eri yritysten kanssa. Uusia avauksia kaivattiin jo ennen kuin tuotteet ovat markkinoilla. Eräänä haasteena mainittiin niiden huippuosaajien löytäminen, jotka eivät vielä ymmärrä olevansa ruoka-alan innovaattoreita. Työpajan perusteella tulisi panostaa myös osaamisen siirtoon toimijoille sekä osaamisen ja osaajien hankkimiseen ulkomailta.

Taulukko 3. Kooste uusiin ruoantuotantotapojen kehittämisen kannalta tärkeiksi tunnistetuista erityisosaamistarpeista.

TUOTANTOTAPA	OSAAMISTARPEET
Kasvintuotanto	<ul style="list-style-type: none"> • Teknologia- ja prosessiosaaminen (insinöörikoulutus), erityisesti laitekehitys, LED-valotekniikka, energiaratkaisut • Digitaaliset taidot, IT- ja automaatio-osaaminen • Kasvinviljelyosaaminen, kasvibiologia ja -fysiologia • Mittaus- ja analyysimenetelmät (mm. sensorit ja mittalaitteet) • Tuotannon ympäristövaikutusten ja kestävyuden ymmärrys • Markkina- ja talousosaaminen, riskinhallinta
Solumaatalous	<ul style="list-style-type: none"> • Bioteknologia, molekyylibiologia (mikrobikantojen kehitys) • Bioprosessiosaaminen (kasvatusolosuhteiden ja tuotantoprosessin hallinta ja kehittäminen, prosessien skaalaus teolliseen mittakaavaan ja optimointi) • Erotus- ja jälkikäsittelyosaaminen (tuotekehitys) • Kuluttaja- ja markkinaymmärrys, brändäysoosaaminen • Prosessiautomaatio, IT-osaaminen ja koneoppimiseen perustuvien ratkaisujen hyödyntäminen • Lainsäädäntöosaaminen (etenkin uuselinartarvike- ja GMO-asetukset)

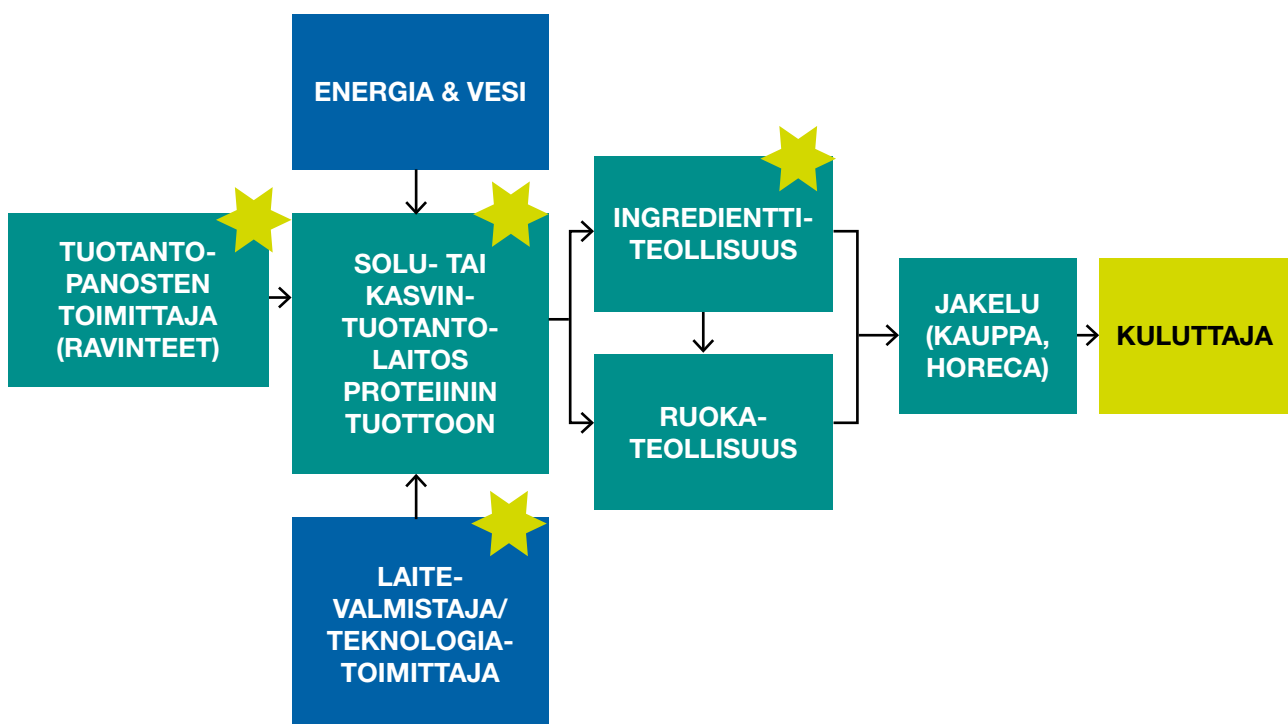
Kehitystyö arvoketjujen näkökulmasta

Uusiin tuotantotapoihin liittyvää arvoketjujen kehitystyötä tarkasteltiin työpajassa monesta eri näkökulmasta (Kuva 7). Tuotantopanosten näkökulmasta tarkasteltiin erityisesti sitä, miten sivuvirtoja voidaan hyödyntää ravinteina, ja minkälaisia energia- ja vesikiertoratkaisuja voidaan rakentaa kasvintuotantoon ja solumaatalouteen.

Solumaatalouden ja kasvintuotannon integroiminen yhdeksi tuotantoekosysteemiksi on tunnistettu mahdollisuus, jossa voidaan toteuttaa sekä eri biomassojen ravinteiden että energian kiertoa eri tuotantolaitosten välillä (kuva 8). Nykyisin kasvihuoneuotannossa syntyvät biomassojen sivuvirrat valtaosin kompostoidaan. Kasvihuoneissa käytetyn

kasvibiomassan hyödyntäminen, vähintään bio-kaasun tuotantoon, mutta mieluiten solumaatalouden bioprosessien ravinteiksi kasvualustassa, eläintuotannon rehuksi tai hyönteisten ravinnoksi nähtiin toivottavana kehityksenä. Esiin nousi, että tuotantoekosysteemiä ja sivuvirtoja on tarkasteltava riittävän laajasti: etenkin ravinnekierrossa voisi olla erilaisia maatalouden ja metsätalouden sivuvirtoja ja prosesseja. Sivuvirtojen hyödyntämistä pitäisi tarkastella myös uuselinvarvikelainsäädännön näkökulmasta. Mahdollisesti niiden käyttö voi jopa vaikeuttaa prosessia, vaikka sivuvirtojen käyttö kestävyuden ja kannattavuuden näkökulmasta olisi järkevää.

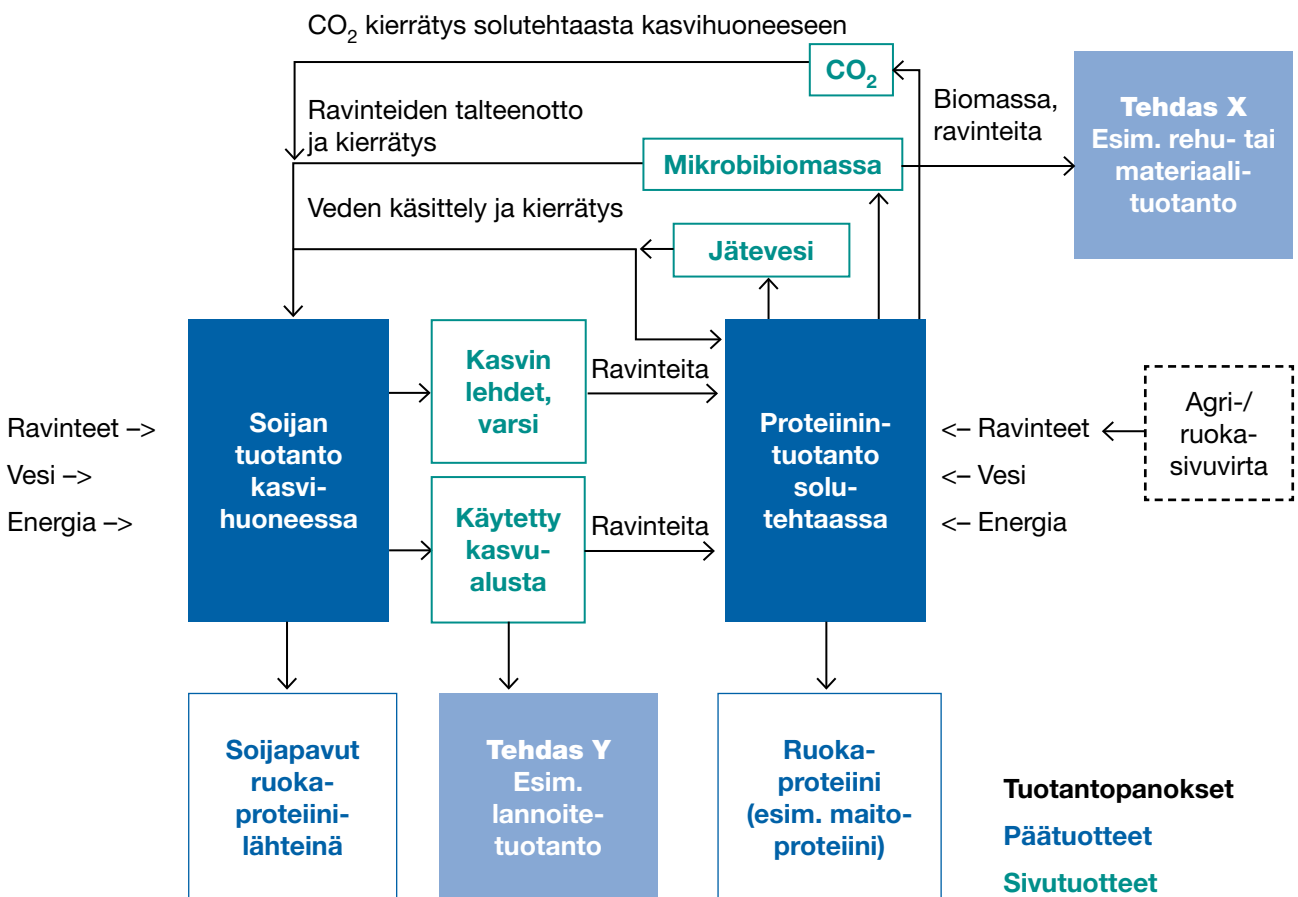
Kuva 7. Arvoketjuesimerkki uusista ruoantuotantomenetelmistä. Etenkin tähdellä merkityissä osissa on tarvetta uusille osaajille ja toimijoille.



Kun sivuvirtojen hyötykäyttöä pohdittiin tarkemmin, todettiin että biomassojen logistiikka tuotantolaitokselle voi aiheuttaa haasteita. Jos sivuvirtaa on kuittava esimerkiksi säilyvyssyistä, se kuluttaa paljon energiaa. Kustannussyistä kostea biomassaa ei kannata kuljettaa kovin pitkiä matkoja, joten niiden hyödyntäminen tulisi toteuttaa riittävän lähellä paikkaa, jossa biomassaa tuotetaan. Vaihtoehtoisesti sivuvirtabiomassojen logistiikka tulisi järjestää kustannustehokkaasti. Peruskysymys on, kannattaako esimerkiksi kasvihuoneen tuottama sivutuotebiomassa jalostaa kasvihuoneen vieressä vai jossain muualla esimerkiksi isomman volyymin tuotantolaitoksessa. Samankaltainen pohdinta on tehtävä energiasivuvirtojen osalta. Ekoteollisuuspuistot, joilla on mahdollisuus liittyä ruoantuotantoon sijaitsevat pääosin kaupunkien lähellä, mikä mahdollistaisi ruoantuotannon lähellä kuluttajakeskittymiä.

Keskustelussa nostettiin esille agroekologiset symbioosit, joiden tulevaisuutta pohdittiin kontrolloidun kasvintuotannon ja solumaatalouden näkökulmasta. Symbiooseilla saatavien hyötyjen näkökulmasta olennaista on, miten pieneksi tuotantopanosten käyttö (ja suureksi tuotos) voidaan saada ilman symbioosia. Sivuvirtojen jatkokäsittelyn arvioitiin olevan helpommin hallittavissa, mikäli toimijat ovat hyvin verkostoituneita, koska se voi lisätä mm. sivuvirtojen volyymia ja kaupallista kiinnostavuutta. Esille nostettiin tuotantoprosessin tuottaman hiilidioksidin talteenotto ja hyötykäyttö rinnakkaisessa tuotantolaitoksessa tai prosessissa, ja muiden teollisuuslaitosten (esim. paperitehtaan) hiilidioksidipäästöjen hyödyntäminen tuotantopanoksena solumaatalouden tai kasvintuotannon prosesseissa.

Kuva 8. Esimerkki kasvintuotannon ja solumaatalouden mahdollisesta yhteensovittamisesta samaan tuotantoekosysteemiin.



Sivuvirtojen saatavuutta ja laatua on tarkasteltu eri hankkeissa, kuten Arvobio-projektissa, jonka tulokset antavat viitteitä sivuvirtojen mahdollisuuksista (Kymäläinen ja Suojala-Ahlfors, 2020). Sivuvirroista liiketoimintaa-hankkeessa (Thermopolis, 2016) sekä Luken Biomassa-atlaksessa, joka tarjoaa tietokannan sivuvirroista (Luke, 2020). Elintarviketeollisuudessa syntyy monenlaisia orgaanisia sivuvirtoja, joiden määrä ja laatu riippuvat yrityksen toimialasta, koosta ja valmistetuista tuotteista. Elintarviketeollisuuden tuotantoprosessit ovat yhä automatisoidumpia, tuotantomäärät yhä suurempia, ja sivutuotteita muodostuu entistä enemmän. Lehdon ym. (2021) mukaan kasvissivujakeita on noin 40 % kasvintuotannosta. Sivuvirtojen käytön lisäämiseksi niiden ominaisuudet tulisi tuntee nykyistä paremmin. Tämä edellyttää mm. sivuvirtojen koostumuksen ja laadun analysointia ja esikäsittelyprosessien kehittämistä. Lähtökohtaisesti sivuvirrat on stabiloitava, jotta ne ovat tasalaatuisia ja turvallisia käyttää.

Energiasivuvirtojen hyödyntämisessä nähtiin mahdollisuuksia. Esimerkiksi kasvihuoneen yhdistäminen matalakaukolämpöverkkoon on mahdollista. Kasvintuotannossa keskeinen energian käyttöön liittyvä tekijä oli työpajan perusteella energiansäästöratkaisujen kehittäminen. Valotuksesta syntyvän ylimääräisen lämpöenergian talteenotto ja hyödyntäminen, esim. yrityksen muiden tilojen lämmitykseen, tai teollisuuslaitosten hukkalämmön hyödyntäminen kasvihuoneen lämmityksessä tai muualla nähtiin mahdollisuutena. Koska sekä kasvintuotanto kontrolloiduissa ympäristöissä että solumaatalous ovat riippuvaisia sähköstä, koettiin tehokkaiden ja ympäristön kannalta kestävien energialähteiden kehittäminen tärkeäksi. Esimerkkeinä mainittiin aurinkopaneeliratkaisut ja sellaisen järjestelmän kehittäminen, jossa auringon energia voidaan varastoida jatkuvan sähköntuotannon takaamiseksi.

Ravinteiden ja energiankäytön lisäksi veden käyttö ja kierrätettävyys ovat tärkeitä sekä solumaatalouden että kasvin-tuotannon prosesseissa.

Ravinteiden ja energiankäytön lisäksi veden käyttö ja kierrätettävyys ovat tärkeitä sekä solumaatalouden että kasvintuotannon prosesseissa. Työpajan tulosten perusteella kustannustehokkaita ja kasvinterveyden näkökulmasta turvallisia vedenkierrätysjärjestelmiä on kehitettävä edelleen. Sadevesien kierrossa on huomioitavaa veden hygieenisuus. Veden ja ravinteiden kierrätykseen on jo olemassa ratkaisuja, mutta niiden toimivuudesta ei ole vielä riittävästi tietoa. Veden kierto voi tapahtua symbioosissa muiden tuotantojärjestelmien kanssa, sillä vettä voidaan kierrättää muissa tuotantoprosesseissa. Keskustelussa esimerkiksi esitettiin idea, voidaanko kasvihuoneen jätevettä hyödyntää esimerkiksi leväviljelyalustana. Solumaataloudessa vesikiertotalous on jo nyt mahdollista toteuttaa todella pitkälle.

Solumaatalouskeskustelussa nousi esille bioprosessiin liittyviä erityiskysymyksiä, kuten sivuvirtojen hiilihydraattien pilkkominen sokereiksi soluviljelmälle paremmin hyödynnettäväksi ja sivuvirtojen haitta-aineiden hallinta. Ihmisille haitalliset aineet eivät ole välttämättä soluille haitallisia, mikä laajentaa biomassojen käyttömahdollisuuksia. Lisäksi sivuvirtoja voidaan puhdistaa tai muokata ja soluviljelmiä voidaan muokata, jotta mahdollisista haitta-aineista ei aiheudu soluille tai lopputuotteiden käyttäjille vahinkoa. Esimerkiksi sellaisenaan elintarvikkeeksi kelpaamattomia sivuvirtoja (esim. päiväysvanhat tuotteet) voitaisiin muuntaa ruokakäyttöön solumaatalouden avulla tai haitta-aineellisia sivuvirtoja voitaisiin hyödyntää biomateriaalien tuotannossa (eli muu

kuin rehu- tai elintarvikekäyttö). Tärkeää on kuitenkin tietää, kuinka paljon epäpuhtauksia sivuvirroissa on. Verkkokyselyssä solumaataloudella arvioitiin olevan joko yhtä paljon tai enemmän potentiaalia rehun kuin ruoan tuotannossa.

Solumaatalouskeskustelussa nostettiin esille bioprosessiin liittyviä erityiskysymyksiä, kuten sivuvirtojen hiilihydraattien pilkkominen sokereiksi soluviljelmälle paremmin hyödynnettäväksi ja sivuvirtojen haitta-aineiden hallinta.

Tuotannon kannattavuus ja markkinakysyntä ovat luonnollisesti avainasemassa pohdittaessa uuden liiketoiminnan aloittamista (B2B tai B2C). Ilman kaupallista kiinnostusta ja kannattavaa tuotantoprosessia arvoketjut eivät pysy elossa. Arvoketjuja on kehitettävä niin, että myös muusta kuin niin sanotusta päätuotteesta tulisi yritykselle liiketoimintaa. Kasvihuoneyrityksissä uuden liiketoiminta-alueen avaaminen ydintoiminnan ulkopuolelle on usein vierasta ja ketjusta puuttuu toimijoita. Esimerkiksi erilaisia kasvihuonetuotantoon liitettyjä agroekologisia symbiooseja ja kiertotalousratkaisuja on kokeiltu muun muassa hyönteisillä ja levällä, mutta aika ei ole ollut kypsä niiden markkinoille tulon. Suoramyynti tai lyhyt jakeluketju nähtiin mahdollisuutena kasvinuotannossa. Teollisessa mittakaavassa toimittaessa jakeluketju on kuitenkin sovitettava tuotannon volyyymiin. Ketjun liiketoiminnan tulisi olla läpinäkyvää, mukaan lukien kustannusten läpinäkyvyys. Tuotantoprosessin kustannusten läpinäkyvyyden lisääminen voi kuitenkin vähentää tuottajan neuvottelevoimaa, sillä kilpailijat ja tuotteiden ostajat näkevät

tällöin tuotantokustannusten tason, ja ylimääräisen arvonlisän saaminen tuottajayritykseen voi olla on vaikeampaa verrattuna tilanteeseen, jossa kustannukset jäävät tuottajayrityksen omaan tietoon.

Solumaatalouden keskustelussa pohdittiin myytävän tuotteen roolia liiketoiminnassa. Esille nostettiin kysymys, olisiko solumaatalouden alkuvaiheessa yksinkertaisempaa myydä tuotetta yritykseltä yritykselle (B2B) ainesosana. Solumaataloudessa uusia yritysten välisiä kumppanuuksia toivottiin kehitettävän sekä tuotantopanosten (erityisesti ravinteiden) että aineosien (ingredienttien) tuotantoon. Markkinoille olisi tuotava korkean lisäarvon tuotteita. Esimerkiksi lastenruoka ja lemmikkieläinten ruoka voisivat olla tuotteita, jossa omistajat ovat valmiita maksamaan. Maailmalla muun muassa lastenruoissa on solumaataloudella tuotettuja komponentteja (esim. GMO-tuotannon hyödyntäminen äidinmaidon tarkan proteiinikoostumuksen aikaansaamiseksi ja tuottamiseksi). Rääätälöidyt aineosat, joilla on uusia ja parempia ominaisuuksia, mainittiin mahdollisuutena kuten alkuperäislajien mahdolliset erikoisyhdisteet / lisäarvotuotteet (esim. maatiaislajien maitoyhdisteiden tuottaminen isossa mittakaavassa) sekä lihaa korvaavien ainesosien tuottaminen.

Alustatalousratkaisut mainittiin mahdollisena kehityssuuntana. Arvoketjuissa on joka tapauksessa kiinnitettävä huomiota tuotantopanosten ja tuotevirtojen ja niihin liittyvän tiedon hallittavuuteen ja koordinointiin, ja alustatalous voisi auttaa tämän toteuttamisessa. Alustalla toimijoille voitaisiin esimerkiksi jakaa tietoa siitä, miten sivuvirtoja voidaan käyttää, millaisia ne ovat ja mistä ja millä hinnalla niitä saa. Solumaatalouskonsepteille peräänkuulutettiin lisää kestävyysanalyysijä, jotta tuotantotapaa voidaan luotettavasti vertailla muihin tapoihin tuottaa ruokaa.

Tuotantolaitosten sijoittaminen herätti keskustelua, ratkaisuna joko paikallinen tai kansallinen toimintamalli. Vaihtoehtoina koettiin olevan joko tuottaa ruokaa siellä, missä on merkittävästi tuotantopanoksia tai siellä, missä on kulutusta tai mahdollisuutta ison mittakaavan tuotantoon. Molemmissa vaihtoehdoissa on heikkouksia ja vahvuuksia, ja johtopäätöksenä onkin, että molemmat vaihtoehdot, osin paikallinen, osin keskittynyt tuotanto ovat olosuhteista riippuen potentiaalisia ja jopa toivottavia toimintamalleja. Sekä kasveja että solumaatalouden tuotteita voitaisiin joka tapauksessa markkinoida lähiruokana. Uudentyyppisen tuotannon sijoittaminen ja aloittaminen voi olla helpompaa seuduilla, joissa ei ole jo vakiintuneita ruoka-alan tuotantoketjuja. Toimivat elintarviketeollisuuslaitokset voivat kuitenkin olla mahdollisia toimijoita näissä uusissa arvoketjuissa joko tuotantopanosten toimittajina tai lopputuotteiden käyttäjinä, mikä voi helpottaa uuden tuotannon sijoittamista alueelle.

Tuotantolaitosten sijoittumISRatkaisujen tueksi tarvitaan tietoa siitä, miten suuren tuotantovolyymien ja laajan asiakaspohjan uudet ratkaisut tarvitsevat ollakseen kannattavia, ja mikä on paikallisen ja alueellisesti laajemman asiakaskunnan vaikutus kannattavuuteen.

Tuotantolaitosten sijoittumISRatkaisujen taustaksi tarvitaan tietoa siitä, miten ison tuotantovolyymien ja laajan asiakaspohjan uudet ratkaisut tarvitsevat ollakseen kannattavia, ja mikä on paikallisen ja

alueellisesti laajemman asiakaskunnan merkitys kannattavuudessa. Esimerkiksi vertikaaliviljelylaitoksen voi sijoittaa Pohjois-Suomeen, koska se ei ole riippuvainen sääolosuhteista eikä auringonvalosta. Energiakustannusten alentamiseen tarvitaan innovaatioita, joista osa voi olla paikallisia, kuten kompostin, biokaasutuksen tai paikallisten energialähteiden kausivarastoinnin hyödyntäminen. Tasapaino riittävän suuren tuotantomittakaavan ja tuotantopanosten lyhyiden kuljetusmatkojen välillä tulisi analysoida ja optimoida. Tuotannon mahdollinen sijoittuminen kaupunkeihin, niiden liepeille tai ydinmaaseudulle ja näiden vaihtoehtojen logistiikan ympäristö- ja talousvaikutukset tulisi selvittää. Hajautettu, paikallinen tuotanto tukisi Suomen maaseudun kehittämistä ja tuotanto- ja huoltovarmuutta, mutta silloin on varmistettava riittävä infrastruktuuri eri toimipisteissä (esim. jäteveden ja sivuvirtojen jatkokäsittely). Eri alueilla voi olla erilaiset valmiuden ottaa käyttöön uutta tekniikkaa, joten kehitystyö voitaisiin integroida osaksi alueellista elinkeinopolitiikkaa.

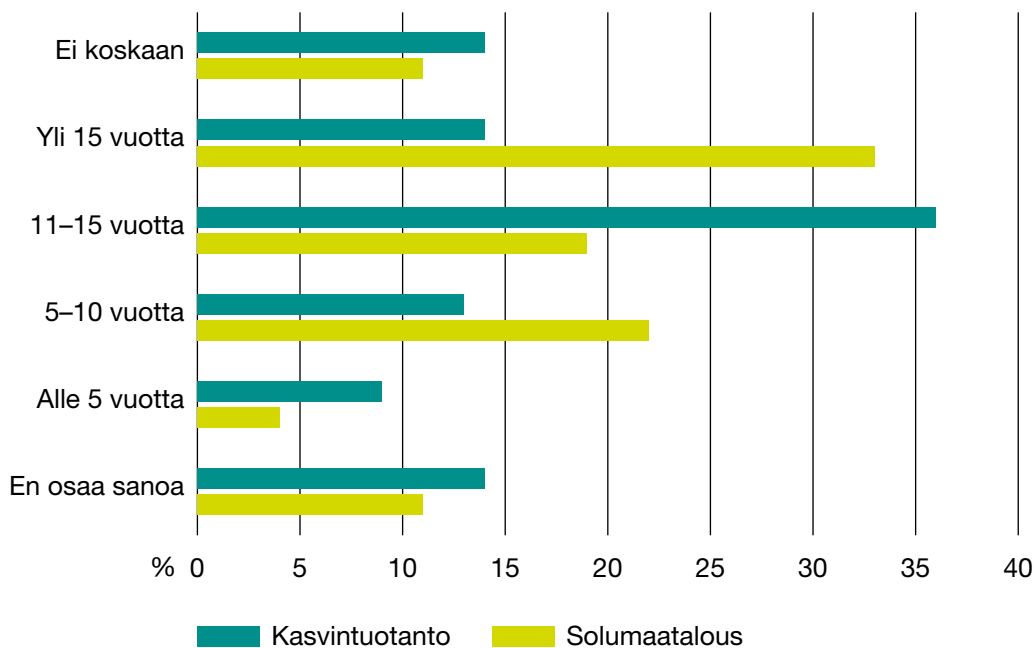
Solumaataloudesta nostettiin esille eri arvoketjujen ”ristipölyttäminen”, eri toimialojen törmäyttäminen ja symbioosien muodostaminen. Käytettävän teknologian tulisi olla edullista ja skaalautua myös pienille tuotantomäärille. Skaalautuvuus on tärkeää sekä solumaatalouden että kasvintuotannon ratkaisuisa. Keskustelussa mainittiin, että toistaiseksi on panostettu liian vähän paikallisesti skaalautuviin konsepteihin. Kaikissa edellä mainituissa tekijöissä on kiinnitettävä huomiota ajankohtaiseen tiedottamiseen ja kouluttamiseen toimijaverkostossa ja uuden tekniikan mahdollisuuksien hyödyntämiseen sekä paikallisissa että keskitetyissä ratkaisuisa.

Tulevaisuudennäkymät ja jatkotoimenpiteet

Verkkokyselyssä selvitettiin vastaajien näkemyksiä solumaatalouden ja uusien kasvintuotantomenetelmien tulevaisuudennäkymistä Suomessa. Verkkokyselyn vastaajat suhtautuivat varsin myönteisesti uusien tuotantomuotojen tulevaisuuteen Suomessa. Sekä solumaatalous että uudenlainenkasvintuotanto koettiin tuotantotavoiksi, jotka yleistyvät tulevaisuudessa, mutta ensin on tieltä raivattava esteitä ja teknologian on muututtava edullisemmaksi. Molempien tuotantotapojen kehittymisen koettiin vaativan aikaa. Uusien kasvintuotantomuotojen arvioitiin tulevan merkittäväksi aikaisintaan noin 10 vuoden kuluessa ja solumaataloudessa aikaa merkittävään tuotantoon arvioitiin vaadittava vähintään 10–15 vuotta (Kuva 9). Näkemykset tuotantotapojen kasvuvauhdista kuitenkin vaihtelivat, ja moni vastasi

solumaatalouden tulevaisuuden merkitystä koskeeseen kysymykseen ”en osaa sanoa”.

Vastaajien mielestä tuotantotapa ja ruoan markkinointi on yhdistettävä toisiinsa sopivalla tavalla. Tuotantotapa sinällään ei ole merkittävä kilpailutekijä, vaan edelleen maku ja hinta ovat ruoanvalinnassa pääkriteereitä. Markkinoinnissa painotus tulisi siinä olla tuotteen laadussa, saatavuudessa ja kestävyudessa, jotka uusi tekniikka ja tuotantotapa mahdollistaa. Laadua ja kestävyyttä korostamalla voidaan vedota ominaisuuksiin, jotka tekevät tuotteen kuluttajille tärkeäksi ja merkitykselliseksi. Kotimaan lisäksi kansainvälisillä markkinoilla nähtiin olevan kaupallisia ja muita yhteistyömahdollisuuksia (Kuva 10)



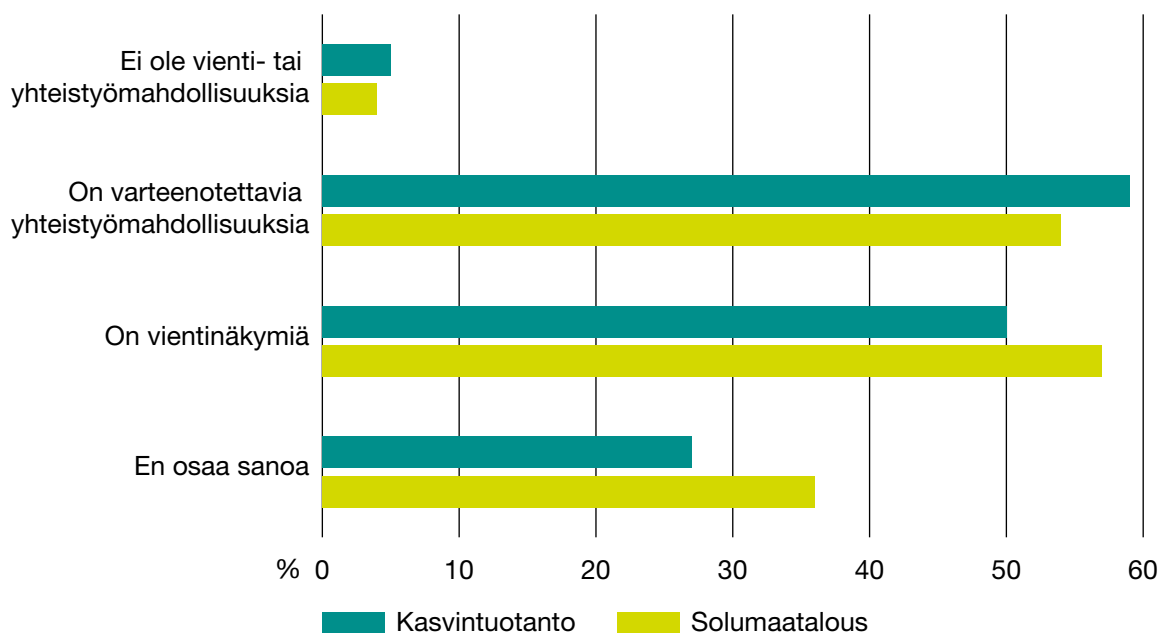
Kuva 9. Verkkokyselyn vastaajien näkemys siitä, koska solumaatalous tai uudet kasvintuotantomenetelmät on proteiiniomavaraisuuden näkökulmasta merkittävä tuotantotapa

Kasvintuotantoa kontrolloiduissa olosuhteissa pidettiin tulevaisuuden tuotantotapana, mutta esteet sen yleistymiselle on ensin poistettava ja tuotantotekniikan kustannusten on laskettava. Merkittävän markkinaosuuden saavuttaminen edellyttäisi mittavia investointeja tuotantotiloihin. Osittainen luonnonvalon hyödyntäminen ja kasvihuonetuotannon yhteydessä tapahtuva kerrosviljely voisivat olla suomeen sopivia ratkaisuja. Tällöin yhdistettäisiin uutta ja vanhaa toimintatapaa. Suomesta voisi tulla kerrosviljelyteknologian vientimaa. Olosuhdekontrolloitu kasvintuotantotapa voi olla perusteltu joidenkin volyymiltaan pienten tuotteiden tai erikoistuotteiden viljelyssä ja se voi täydentää volyymiltaan suurten kasvien viljelyä. Bulkkituotannon lisäksi tai sijaan, uusilla tuotantotavoilla voi olla potentiaalia erikoistuotteiden, kuten maustekasvien tai muiden korkean lisäarvon ainesosien tuottamisessa.

Bulkkituotannon lisäksi tai sijaan, uusilla tuotantotavoilla voi olla potentiaalia erikoistuotteiden, kuten maustekasvien tai muiden korkeanlisäarvon ainesosien tuottamisessa.

Maankäytön ongelmien ratkaisussa kaikki eivät pitäneet kontrolloituja kasvintuotantoympäristöjä keskeisenä ratkaisuna, vaan korostivat eläintuotannon vähentämistä ja agroekologisia maanviljelymenetelmiä merkittävämpinä ja suoraviivaisempina tekijöinä kestävän ruokajärjestelmän kehittämisessä. Esimerkiksi agroekologiset viljelymenetelmät eivät välttämättä edellytä yhtä mittavia kertainvestointeja, joita tarvitaan sisäviljelyn aloittamiseen pohjoisissa olosuhteissa. Maankäytön muutoksia tarkasteltaessa olennaista on pohtia, mitä tehdään sisäviljelyn ansiosta vapautuvalla viljelyalalla. Tuotantotavan kokonaiskestävyyden arviointi edellyttääkin kokonaisvaltaista arviointia.

Näkemykset solumaatalouden yleistymisestä vaihtelivat. Osa vastaajista uskoi, että solumaataloudella on iso rooli tulevaisuudessa, joskin aikajänne vaikutusten toteutumiselle voi olla pitkä ja vaikea hahmottaa. Osa vastaajista puolestaan katsoi, että solumaatalous ei lisääntynyt kovin laajasti ruoantuotantotapana. Solumaatalouden uusien tuotantomenetelmien tulee olla ympäristöystävällisiä ja kustannustehokkaita, jotta tuotantomuoto olisi tulevaisuudessa elinkelpoinen. Lisäksi solumaataloudessa startup-yrityksillä nähtiin merkittävä rooli, jotta



Kuva 10. Verkkokyselyn vastaajien näkemys siitä, onko solumaataloudessa tai uusissa kasvintuotantomenetelmissä kansainvälisiä yhteistyömahdollisuuksia.

teknologioiden käyttöönottoa pystytään vauhdittamaan. Koska alan kehittyminen vaatii aikaa, uuden ja vanhan rinnakkaiselo tulee korostaa. Sekä perinteisiä että uusia ruoantuotantotapoja tarvitaan tulevaisuudessa ja niiden kaikkien pitää olla kestävällä pohjalla. Tuotantomenetelmien on siis oltava sekä ympäristöystävällisiä, kustannustehokkaita että vastata markkinoiden tarpeisiin.

Positiivisen tulevaisuuden luomiseksi sekä solumaataloudessa että uusissa kasvintuotantomenetelmissä tarvitaan tutkimustahojen ja teollisuuden yhteistyönä toteutettavaa tutkimusta ja tuotekehitystä sekä innovatiivisia startup-yrityksiä.

Positiivisen tulevaisuuden luomiseksi sekä solumaataloudessa että uusissa kasvintuotantomenetelmissä tarvitaan tutkimustahojen ja teollisuuden yhteistyönä toteutettavaa tutkimusta ja tuotekehitystä sekä innovatiivisia startup-yrityksiä (mm. teknologia-toimittajia), rahoitusta toiminnan käynnistämiseen, osaamisen siirtoa Suomeen ja suomalaisiin yrityksiin, ja ripeää reagoitua uusiin teknisiin ratkaisuihin, joita voi tulla markkinoille nopeastikin. Muutoksessa on huomioitava uuden ja vanhan tuotantotavan toisiaan tukeva rinnakkainelo, sillä molempia tarvitaan. Uusien tuotantoalojen kehittyminen edellyttää, että Suomessa on alan asiantuntijoita, tutkijoita, koulutuksen tarjoajia, neuvoja, tuotantotavasta tiedottajia, oheispalveluiden tarjoajia (mm. huolto ja IT-ratkaisut) ja erityisesti rohkeita yrittäjiä.

Toimenpide-ehdotukset

Työpajojen, verkkokyselyn ja muun taustatutkimuksen perusteella laadittiin toimenpide-ehdotukset kasvintuotantomenetelmien ja solumaatalouden edistämiseksi Suomessa Toimenpide-ehdotukset jaoteltiin kuuteen kategoriaan: 1. Rahoitusta tutkimus- ja kehitystoimintaan ja ratkaisujen kaupallistamiseksi, 2. Osaamisen kehittäminen, 3. Yhteistyön vauhdittaminen, 4. Tunnettuuden lisääminen, tiedo-

tus, 5. Arvoketjujen ja toimintamallien kehittäminen, ja 6. Strategista yhteistyötä ja päätöksentekoa pulonkaulojen ratkaisemiseen (Taulukko 4).

Yhdeksi tärkeimmistä toimenpiteistä nostettiin rahoitusmahdollisuuksien lisääminen perustutkimuksesta investointitukiin. Selvityksen perusteella esitetään monipuolista panostusta sekä tutkimus- ja tuotekehitystoimintaan että ratkaisujen kaupallistamiseen, mukaan lukien startup-yritysten tukeminen ja pilot-ympäristöjen rakentaminen. Startup-yritykset ovat uusien menetelmien käyttöönotossa tärkeässä roolissa.

Osaamisen kehittäminen oli toinen selkeä toimenpidekokonaisuus. Siinä ehdotetaan panostamaan neuvontaan ja käytännöllisiin opetushankkeisiin, testialustojen rakentamiseen sekä luomaan uusia koulutusohjelmia, joissa korostuu monialainen osaaminen. Osaamisen kehittämiseen liittyvät erilaiset toimenpiteet, jotka vauhdittavat eri toimijoiden välistä yhteistyötä. Yhteistyön kautta lisätään tiedonvaihtoa sekä luodaan uusia innovaatioita eri osaamisen ja toimialojen törmäyttämisen kautta.

Tuotantotapojen tunnettuutta ehdotetaan lisättäväksi faktapohjaisen tiedottamisen avulla sekä varsinaisille alan toimijoille että kuluttajille ja päättäjille. Tiedottamisen on perustuttava tutkimustietoon. Kuluttajaviestinnässä on tärkeää panostaa tiedottamisen tyyliin ja asiasisältöön, jotta uudet tuotantotavat eivät herätä kuluttajissa aiheetonta huolta ja epäluuloa. Uusien tuotteiden brändäykseen on panostettava viestinnän ja markkinoinnin asiantuntijoita hyödyntämällä.

Uusiin tuotantomenetelmiin liittyviä arvoketjuja ja toimintamalleja on kehitettävä aktiivisesti. Erityisesti tuotantoprosessien optimaalista sijoittumista eri alueille Suomessa on selvitettävä systemaattisilla laskelmilla, jotta turvataan jatkuvatoiminen ja kannattava tuotanto. Lisäksi tutkimus- ja kehityshankkeissa sekä yritys yhteistyössä on tärkeää arvioida, kehittää ja testata erilaisten yhteensovittujen tuotantoekosysteemien potentiaalia. Laskenta- ja skenaariotyössä on panostettava erityisesti puolueettomaan, vertaisarvioituun kannattavuus- ja ympäristövaikutuslaskentaan.

Viimeisenä, muttei vähäisimpänä toimenpidekokonaisuutena nostettiin esiin lainsäädännölliset mekanismit. Uuselintarvikelupaprosessin helpottaminen

yhteistyön ja neuvonnan kautta, sekä tukipolitiikan uudistukset ovat merkittäviä tekijöitä, jotka voivat edistää uusien tuotantomenetelmien käyttöönottoa.

Taulukko 4. Toimenpide-ehdotukset kasvintuotantomenetelmien ja solumaatalouden edistämiseksi Suomessa.

TOIMENPIDETYYPPI	TOIMENPIDE	EHDOTUS TOTEUTUSTAVAKSI
1. Rahoitusta tutkimus- ja kehitystoimintaan ja ratkaisujen kaupallistamiseksi	Yritysten investointien, etenkin startup-yritysten innovaatioiden kaupallistamisreitin rahoituksen turvaaminen. Tukea myös tuotannon mittakaavan kasvattamiseen.	Business Finland (BF) ja muut rahoittajat rakentavat sopivia instrumentteja investointien tukemiseen. Uusien teknologioiden kehityksessä startup-yritykset ovat merkittävässä roolissa, jolloin BF instrumenttien tulisi tukea myös tutkimus- ja kehityshankkeita, joissa yritysosapuolina ovat startup-yritykset.
	Tutkimuksen rahoittaminen teknologian valmiustason (TRL) nostamiseksi.	Suomen Akatemialta, BF:lta, ministeriöiltä ja Euroopan komissiolta uusia tutkimusohjelmia, jotka painottavat uusia ruoantuotantotekniikoita hakuteemoissaan.
	Perustutkimuksen jälkeen testialustojen rakentaminen ja pilottien toteutuksen tukeminen.	Rakennettava uusia tutkimus- ja kehitysrahoitusohjelmia ja kohdennettuja teemahakuja kokeilu- ja demovaiheen tutkimukseen. Yhteisten testialustojen rakentaminen yritysytteistyössä (yritysten rahoittamana).
2. Osaamisen kehittäminen	Koulutusohjelmia ja kursseja, joissa korostuu erityisesti uudenlainen osaamisen yhdistely ja yrittäjyys	Koulutetaan sekä uusia ammatinharjoittajia että opettajia. Koulutusta toteutetaan eri tasoilla (ml. yliopistot, AMK, ammattikoulut, lukiot). Esimerkiksi bioteknologian koulutusohjelmissä voisi olla erikoistumiskursseja solumaatalouteen.
	Neuvontaa ja tiedotusta, erityisesti teknistä ja lainsäädännöllistä opastusta	Toteutetaan sekä ammatinharjoittajien että opettajien neuvontaa ja kouluttamista erilaisten asiantuntijaverkostojen ja koulutusohjelmien kautta.
	Käytännön tutkimus- ja kehityshankkeita osaamisen kehittämiseksi	Ajantasaisen infrastruktuurin hyödyntämistä opetuksessa (vierailut toimivissa yrityksissä, havainnollistaminen, harjoittelupaikat, opinnäytteet) sekä opiskelijoiden että opettajien osaamisen lisäämiseksi.
	Opitaan muiden virheistä ja onnistumisista, erityisesti kansainvälisiltä toimijoilta	Analysoidaan ("benchmarking") edelläkävijämaita, kuten Yhdysvallat, Alankomaat, Iso-Britannia tai Israel. Seurataan toimijaverkostoja: esim. https://www.verticalfarmdaily.com ; https://www.cellularagriculture.eu/ ; https://www.proteinreport.org/
3. Yhteistyön vahvistaminen	Yhteistyön ja tiedonvaihdon vahvistaminen yritysten, tutkimuksen ja koulutuksen välillä sekä yli tieteen- ja hallinnonalojen	Sovitetaan ja resursoidaan toimija (esimerkiksi Proteiiniklusteri) vastaamaan toimialan viestinnästä, yhteistyön ja yhteiskehittämisen vahvistamiseksi ja ajamaan tuotantotapojen asiaa päättäjien ja kuluttajien suuntaan (vrt. VYR). Rakennetaan ja hyödynnetään testialustoja ja pilotteja, joita on mahdollista hyödyntää tutkimus- ja kehitystyössä, opetuksessa ja kaupallistamistoimenpiteissä.
	Uudenlaisten osaamisyhdistelmien synnyttäminen "ristipölytyksellä"	Järjestetään verkottumistilaisuuksia (esimerkiksi Proteiiniklusterin kautta). Suomessa on jo erinomaista osaamista sekä maatalous- että bioteknologiassa ja huippuasiantuntijoita digitaalisessa ja älyteknologiassa, joita törmäyttämällä voidaan luoda kilpailukykyisiä ratkaisuja.

TOIMENPIDETYYPPI	TOIMENPIDE	EHDOTUS TOTEUTUSTAVAKSI
4. Tunnettuuden lisääminen, tiedotus	Laaja-alainen faktapohjainen viestiminen uusista ruoantuotantotavoista sekä vahvuudet että heikkoudet huomioiden	Hyödynnetään jo olemassa olevia viestintäalustoja ja -kanavia, joka saavuttaa sekä suuren yleisön (valtakunnanmedia), asiantuntija- ja toimijaverkoston (ammattilehdet, tieteellinen julkaisu toiminta) sekä päättäjät.
	Tuotetestaukset ja -kokeilut	Sekä tuotanto- ja tuotekokeilut yrityksille, tuotekehittäjille ja kuluttajille. Esimerkiksi testituotannon kautta maistaukset erilaisissa tilaisuuksissa (messut, asiantuntijatilaisuudet).
	Panostetaan kuluttajaviestintään ja tuotteiden "brändäykseen", kaupallistamiseen	Viestinnän ja markkinoinnin asiantuntijoiden kanssa rakennettava oikeanlainen brändiviesti ja narratiivi, joka ei herätä turhaa huolta ja epäluuloa (vrt. polarisoitunut GMO-keskustelu).
5. Arvoketjujen ja toimintamallien kehittäminen	Jakeluketjun ja toimijaverkoston kehittäminen ja rakentaminen	Analysoidaan tuotantolaitosten mahdollista sijoittumista eri alueille, huomioiden riskit (esimerkiksi onko tuotanto riippuvainen yksittäisestä tuotantopanoksesta tai tavarantoimittajasta). Arvioidaan ja pilotoidaan erilaisia integraatteja olemassa olevan teollisuuden kanssa yhteistyössä, mukaan lukien erilaiset kiertotalousratkaisut, sivuvirtojen hyödyntäminen.
	Laaditaan skenaariolaskelmia helpottamaan päätöksentekoa, jotta tiedetään, mikä on realistinen tuotantovolyymi ja vaikuttavuus eri tuotteilla, ml. ympäristövaikutukset	Arvioidaan laskentamalleilla ratkaisujen taloudellinen potentiaali ja kuluttajatutkimuksilla markkinapotentiaalia. Käynnistetään pilotointiprojekteja, jotka antavat riittävän kuvan kehittämispotentiaalista ja realistisen arvion tuotantomääristä proteiiniomavaraisuuden näkökulmasta. Toteutetaan puolueetonta arviointia hiilijalanjäljen ja muiden ympäristövaikutusten osoittamiseksi ja läpinäkyvyyden varmistamiseksi.
	Luodaan kokonaisvaltainen mallikonsepti, jolla uusia viljelykasveja voidaan tuoda ja ottaa viljelyyn Suomessa	Konseptissa on kiinnitettävä huomiota sekä tuotekehityksen ja uuden teknologisen osaamisen käyttöönoton että kaupallistamiseen ohella käytännön viljelyohjeisiin ja havainnollistamiseen. Esimerkkinä voidaan käyttää aiempia kokemuksia viljelykasvien tuomisesta Suomeen.
6. Strategista yhteistyötä ja päätöksentekoa pullokaulojen ratkaisemiseen	Uuselintarvikelupaprosessin helpottaminen	Helpotetaan uusielintarvikelupaprosessiin vaadittavia toimenpiteitä jakamalla tietoa (EU-tason tietoa alusta, yhteistutkimukset) sekä kohdistetuilla lupaprosessiavustuksilla (rahoitusta lupamateriaalien tuottamiseen) ja sparraamalla toimijoita. Tiedotetaan asiantuntijoista, jotka voivat auttaa lupaprosessissa.
	Kasvihuonetuotannon uudistamisen toteuttaminen osana Älymaatalous 2030-tiekarttaa (Pesonen ym. 2021)	Integroidaan solumaatalouden ja uusien kasvinviljelymenetelmien sensorien tuottama tieto ja sen hyödyntäminen tuotannon ohjauksessa ja tuotteiden laadusta viestimisessä osaksi arvoketjua. Luodaan uuden teknologian kokeiluympäristöjä.
	Tukipolitiikan muuttaminen	Investointitukien kohdentaminen ja uusien rahoittajien kokoaminen uudenlaisen tuotannon käynnistämiseksi. Korostetaan tukien kohdentamisessa nykyistä enemmän pieniä ympäristövaikutuksia.
	GMO-lainsäädännön uudistamisprosessin edistäminen	GMO-keskustelun uudelleen avaaminen erityisesti hyötyperspektiivistä, suomalainen tiedeyhteisö ja päättäjät edistävät aktiivisesti GMO-lainsäädännön ajantasaisista vaatimuksista.

Tekijät

- Jarkko K. Niemi, tutkimusprofessori, Luke
- Emilia Nordlund, tutkimuspäällikkö, VTT
- Matti Pastell, apulaisprofessori, Luke
- Anneli Ritala, johtava tutkija, VTT
- Titta Kotilainen, erikoistutkija, Luke
- Juha-Matti Katajajuuri, erikoistutkija, Luke
- Marja Nappa, erikoistutkija, VTT
- Mirva Lampinen, kehityspäällikkö, VTT

Lähdeluettelo

Al-Chalabi, M. (2015). Vertical Farming: Skyscraper sustainability? *Sustainable Cities and Society* 18, 74–77. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.06.003>

Al-Kodmany, K. (2018). The vertical farm: A review of developments and implications for the vertical city. *Buildings* 8 (2), 24. <https://doi.org/10.3390/buildings8020024>

Banerjee, C. & Adenauer, L. 2014. Up, up and away! The economics of vertical farming. *Journal of Agri-cultural Studies*, 2, 40–60. <https://doi.org/10.5296/jas.v2i1.4526>

Beacham, A.M., Vickers, L.H. & Monaghan, J.M. (2019). Vertical farming: a summary of approaches to grow-ing skywards, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 94 (3), 277–283, <https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1574214>

Benke, K. & Tomkins, B. (2017). Future food-production systems: Vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustainability: Science, Practice and Policy* 13, 13–26.

Brin, H., Fesquet, V., Bromfield, E., Murayama, D., Landau, J. & Kalva, P. (2016). The state of vertical farming. Association for Vertical Farming. Retrieved from <https://vertical-farming.net/whitepapers/>.

Brookes, G. (2007). Economic impact assessment of the way in which the EU novel foods regulatory approval procedures affect the EU food sector. Briefing paper for the Confederation of the Food and Drink Industries of the European Union (CIAA) & the Platform for Ingredients in Europe (PIE). 41 p.

<https://www.pgeconomics.co.uk/pdf/novelfoods.pdf>

Cámara-Zapata, J.M., Brotons-Martínez, J.M., Simón-Grao, S., Martínez-Nicolás, J.J. & García-Sánchez, F. (2019), Cost-benefit analysis of tomato in soilless culture systems with saline water under greenhouse conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 99, 5842–5851. <https://doi.org/10.1002/jsfa.985>

Euroopan Komissio. (2019). Komission delegoitu päätös (EU) 2019/1597, annettu 3 päivänä toukokuuta 2019, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2008/98/EY täydentämisestä yhteisellä menetelmällä ja laatua koskevilla vähimmäisvaatimuksilla elintarvikejätteen määrän yhdenmukaista määrittämistä varten (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). Euroopan unionin virallinen lehti L 248, 77–85. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019D1597&from=EN>

European Commission. (2022). Article 4 Request. Regulation (EU) 2015/2283. Torula yeast (Cyberlindnera jadinii) biomass. https://ec.europa.eu/food/system/files/2022-01/novel-food_consult-status_torula-yeast.pdf

European Commission. (2013). Impact assessment on the revision of regulation 178/2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority (EFSA) and laying down procedures in matters of food safety on the establishment of fees for EFSA. Commission staff working document. Brussels, 11.2.2013, SWD(2013) 45 fina, Part I/III. https://ec.europa.eu/smart-regulation/impact/ia_carried_out/docs/ia_2013/swd_2013_45_en_1_2.pdf

Euroopan parlamentti ja neuvosto (2015). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2015/2283, annettu 25 päivänä marraskuuta 2015, uuselintarvikkeista, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) N:o 1169/2011 muuttamisesta sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 258/97 ja komission asetuksen (EY) N:o

1852/2001 kumoamisesta. Virallinen lehti nro L 327, 1–22. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32015R2283>

Euroopan parlamentti ja neuvosto (2003). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1829/2003, annettu 22 päivänä syyskuuta 2003, muuntogeenisistä elintarvikkeista ja rehuista (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). Virallinen lehti nro L 268, 1–23. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32003R1829&from=FI>

Euroopan parlamentti ja neuvosto (2018). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2018/848, annettu 30 päivänä toukokuuta 2018, luonnonmukaisesta tuotannosta ja luonnonmukaisesti tuotettujen tuotteiden merkinnöistä ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 834/2007 kumoamisesta. Virallinen lehti nro L 150, 1–92. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848&from=FI>

Eve, L. (2015). PlantLab could grow fruit and vegetables for the entire world in a space smaller than Holland. Inhabitat, 17 March 2015. Available online: <http://inhabitat.com/dutch-company-plantlabs-agricultural-revolution-could-grow-the-worlds-fruit-and-veg-in-a-space-smaller-than-holland/> (accessed 9 April 2022).

Gómez, C., Currey, C. J., Dickson, R. W., Kim, H., Hernández, R., Sabeh, N. C., Raudales, R. E., Brumfield, R. G., Laury-Shaw, A., Wilke, A. K., Lopez, R. G. & Burnett, S. E. (2019). Controlled environment food production for urban agriculture, HortScience 54(9), 1448–1458. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14073-19>

Järviö, N., Parviainen, T., Maljanen, N.L., Kobayashi, Y., Kujanpää, L., Ercili-Cura, D., Landowski, C.P., Ryyänen, T., Nordlund, E. & Tuomisto., H.L. (2021a). Ovalbumin production using Trichoderma reesei culture and low-carbon energy could mitigate the environmental impacts of chicken-egg-derived ovalbumin. Nature Food 2, 1005–1013. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00418-2>

Järviö, N., Maljanen, N.L., Kobayashi, Y., Ryyänen, T. & Tuomisto., H.L. (2021b). An attributional life cycle assessment of microbial protein production: A case study on using hydrogen-oxidizing bacteria, Science of The Total Environment 776, 145764. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145764>.

Jätelaki 646/2011. Jätelaki 17.6.2011/646. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

Kobayashi, Y., Kärkkäinen, E., Häkkinen, S.T., Nohynek, L., Ritala, A., Rischer, H. & Tuomisto, H.L.(2021). Life cycle assessment of plant cell cultures. Science of the Total Environment 808, 151990. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151990>

Kozai T. & Niu G. (2016). Plant factory as a resource-efficient closed plant production system. In: Kozai, T., Niu G. & Takagaki M. (eds). (2016). Plant Factory. pp. 69–90. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801775-3.00004-4>.

Kymäläinen, M. & Suojala-Ahlfors, T. (toim). (2020). Puutarhatuotannon kasvisperäiset sivuvirrat hyödyksi : Puutarhatuotannon uusi kiertotalous -hankkeessa kertyneitä tuloksia ja kokemuksia. Hämeen ammatti-korkeakoulu 2020. <https://www.theseus.fi/handle/10024/346117>

Laki jätelain muuttamisesta 714/2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210714>

Lehto, M., Erkamo, E., Kuisma, R., Mäki, M., Haikonen, T., Jallinoja, M. & Kymäläinen, H.-R. (2021). Elintarviketuotannon sivujakeiden hyödyntäminen: Liha-, kala- ja kasvistuotannon sivujakeet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 68/2021. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 94 s.

Luke (2020a). Biomassa-atlas. <https://projects.luke.fi/biomassa-atlas/>

Luke (2021). Puutarhatilastot. https://stat.luke.fi/puutarhatilastot-2021_fi

- Luke (2020b). Taloustohtori/Maa- ja puutarhatalous/ Kannattavuuskirjanpito 2020. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/>
- Nordlund, E., Lille, M., Silventoinen, P., Nygren, H., Seppänen-Laakso, T., Mikkelsen, A., Aura, A.M., Heiniö, R.L., Nohynek, L., Puupponen-Pimiä, R. & Rischer, H. (2018). Plant Cells as food - concept taking shape, *Food Research International* 107, 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.045>
- Nyysölä, A., Suhonen, A., Ritala, A. & Oksman-Caldentey, K.M. (2022). The role of single cell protein in cellular agriculture. *Current Opinion in Biotechnology* 75, 102686. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2022.102686>
- Pesonen, L., Haapala, H., Hyväluoma, J., Kallio, K., Karjalainen, S., Linna, P. & Ruponen, O-P. (2021). Älymaatalous 2030 tiekartta. 30 s. <https://projects.luke.fi/agrihubi/wp-content/uploads/sites/52/2022/02/Alymaatalous-2030-tiekartta-.pdf>
- Ritala, A., Häkkinen, S.T., Toivari, M., Wiebe, M.G. (2017). Single cell protein—state-of-the-art, industrial landscape and patents 2001–2016. *Frontiers in Microbiology* 8, 2009. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02009>
- Rischer, H., Nohynek, L., Puupponen-Pimiä, R., Aquiar, J., Rocchetti, G., Lucini, L., Camara, J.S., Cruz, T.M., Marques, M.B. & Granato, D. (2022). Plant cell cultures of Nordic berry species: Phenolic and carotenoid profiling and biological assessments. *Food Chemistry* 366, 130571. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130571>
- Ruokavirasto. (2022a). Kasvihuonetuotannon tuki. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/kasvihuonetuotannon-tuki/>
- Ruokavirasto. (2022b). Maatalouden investointituet. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/maatalouden-investointituet/>
- Shamshiri, R.R., Kalantari, F., Ting, K.C., Thorp, K.R., Hameed, I.A., Weltzien, C., Ahmad, D. & Shad, Z.M. (2018) Advances in greenhouse automation and controlled environment agriculture: A transition to plant factories and urban agriculture. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 11, 1–22. <https://doi.org/10.25165/ijabe.20181101.3210>
- Thermopolis. (2016). Sivuvirroista liiketoimintaa Etelä-Pohjanmaalle! 2 s. https://keskisuomi.fi/wp-content/uploads/sites/3/2020/09/25783-Teolliset_sivuvirrat_A70155_Thermopolis_esite_A3_taitettu.pdf
- Tuomisto, H., Maljanen, N., Järviö, N. & Kobayashi, Y. (2020). Environmental impacts of replacing dairy production with cellular agriculture. LCA Food conference 2020.
- Voutilainen, E., Pihlajaniemi, V. & Parviainen, T. (2021). Economic comparison of food protein production with single-cell organisms from lignocellulose side-streams, *Bioresource technology Reports* 14, 100683, <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100683>
- Wittmann, S., Jüttner, I. & Memper, H. (2020). Indoor farming marjoram production—quality, resource efficiency, and potential of application. *Agronomy* 10, 1769. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111769>
- YSL 527/2014. Ympäristönsuojelulaki 527/2014. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>
- Zhang, G., Zhao, X., Li, X., Du, G., Zhou, J. & Chen, J. (2020). Challenges and possibilities for bio-manufacturing cultured meat, *Trends in Food Science & Technology* 97, 443–450, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.026>

Liitteet

Liite 1. Verkkokyselyn vastauslomake



Ruokaa ilman peltoja -hankkeen kysely

Hyväksyn tietosuojakäytännön ja osallistun kyselyyn

Kyllä

Valitse, mihin näistä teemoista haluat vastata?

KASVIHUONETUOTANTO

Kysymykset koskevat kasvien vertikaaliviljelyä (olosuhdehallittu kerrosviljely), jossa hyödynnetään uusiutuvaa energiaa, ja uusien proteiinikasvien viljelyä kasvihuoneessa.

SOLUMAATALOUS

Kysymykset koskevat eläinten rehun ja ruoka-aineiden tuottamista mikrobeja tai kasvisoluja hyödyntäen. Esimerkiksi yksisoluproteiinin (eli runsaasti proteiinia sisältävän mikrobiobiomassan) tuottaminen Pekilo-sienellä kalanrehuksi käyttäen teollisuuden liukoisia sivuvirtoja tai kananmunan valkuaisproteiinin tuottaminen mikrobeilla.

Seuraavat kysymykset koskevat uutta kasvintuotantotapaa, johon sisältyy olosuhdehallittu kerrosviljely (vertikaaliviljely) ja/tai uusien proteiinikasvien tuottaminen kasvihuoneissa. Mitkä seuraavista vaihtoehdoista kuvaavat tilannettasi?

Valitse parhaiten sopivat vaihtoehdot.

- Käytän olosuhdehallittua kerrosviljelyä
- Aion käyttää olosuhdehallittua kerrosviljelyä
- Tuotan proteiinikasveja kasvihuoneessa
- Aion tuottaa proteiinikasveja kasvihuoneessa
- Tunnen tuotantotavan muulla tavalla, miten?
- En tunne tuotantotapaa

Haluatko vastata seuraaviin uutta tuotantotapaa koskeviin kysymyksiin olosuhdehallitun kerrosviljelyn (vertikaaliviljely), uusien proteiinikasvien kasvihuoneviljelyn vai molempien näkökulmasta?

- Olosuhdehallitun kerrosviljelyn näkökulmasta
- Uusien proteiinikasvien kasvihuoneviljelyn näkökulmasta
- Molempien näkökulmasta

Mitkä ovat mielestäsi uuden tuotantotavan keskeisimmät hyödyt (esimerkiksi hyödyt tuotannon, talouden tai kestävyuden näkökulmasta)?

Onko uudella tuotantotavalla mielestäsi erityisiä etuja tai mahdollisuuksia, joita voidaan hyödyntää kuluttajamarkkinoilla?

Millainen rooli edustamallasi organisaatiolla on tai voi olla uutta tuotantotapaa käyttävässä arvoketjussa?

Voit valita useamman vaihtoehdon.

- Teknologian toimittaja
- Tuotantopanosten toimittaja (esim. ravinteiden tai sivuvirtojen toimittaja)
- Teknologian käyttäjä (esim. vertikaaliviljelijä)
- Tuotteiden ostaja tai käyttäjä (esim. elintarviketeollisuus)
- Kuluttajarajapinnassa toimija (esim. vähittäiskauppa)
- Sidosryhmien edustaja (esim. etujärjestö)
- Jokin muu, mikä?

Mitä uusia toimijoita tarvittaisiin, jotta uusi tuotantotapa edistyisi mahdollisimman hyvin Suomessa?

Mitä tekijät estävät tai hidastavat uuden tuotantotavan käyttöönottoa Suomessa?

Mitä näiden esteiden ja hidasteiden poistaminen edellyttäisi?

Mahdollistavatko seuraavat tekijät riittävästi uuden tuotantotavan kehittämistä?

	Kyllä	Ei	En osaa sanoa
Osaaminen, koulutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lainsäädäntö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Markkinoiden kysyntä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taloudellinen tuki	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tutkimus ja tuotekehitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poliittinen ilmapiiri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jokin muu, mikä?			

Onko Suomessa riittävästi osaamista, jotta uutta tuotantotapaa voidaan kehittää ja viedä markkinoille?

- Kyllä
- Ei
- En osaa sanoa

Onko suomalaisille uuden tuotantotavan tuotteille tai osaamiselle vientinäkymiä tai kansainvälisiä yhteistyömahdollisuuksia?

- On vientinäkymiä
- On vartenotettavia yhteistyömahdollisuuksia
- Ei ole vienti- tai yhteistyömahdollisuuksia
- En osaa sanoa

Lisätietoja

Mitä voisimme oppia muilta mailta olosuhdehallitusta kerrosviljelystä ja/tai uusien proteiinikasvien tuottamisesta kasvihuoneissa?

Mikä on näkemyksesi uuden tuotantotavan tulevaisuudesta Suomessa?

Millä aikajänteellä uskot, että uusi tuotantotapa on proteiiniomavaraisuuden näkökulmasta merkittävässä käytössä Suomessa?

- Alle 5 vuotta
- 5–10 vuotta
- 11–15 vuotta
- Yli 15 vuotta
- Ei koskaan
- En osaa sanoa

Loput kysymykset koskevat solumaataloutta uutena tuotantotapana. Kuinka tunnet kyseisen tuotantotavan?

- Käytän sitä
- Suunnittelen käyttäväni sitä
- Tunnen sen muulla tavalla, miten?

- En tunne

Onko solumaataloudella mielestäsi enemmän potentiaalia rehun vai ruoan tuotannossa?

- Enemmän rehun tuotannossa
- Enemmän ruoan tuotannossa
- Molemmissa yhtä paljon
- En osaa sanoa

Mitkä ovat mielestäsi solumaatalouden keskeisimmät hyödyt (esimerkiksi hyödyt tuotannon, talouden tai kestävyiden näkökulmasta)?

Onko solumaataloudella mielestäsi erityisiä etuja tai mahdollisuuksia, joita voidaan hyödyntää kuluttajamarkkinoilla?

Millainen rooli edustamallasi organisaatiolla on tai voi olla solumaatalouden arvoketjussa?

Voit valita useamman vaihtoehdon.

- Teknologian toimittaja
- Tuotantopanosten toimittaja (esim. ravinteiden tai sivuvirtojen toimittaja)
- Teknologian käyttäjä (esim. ingredienttiteollisuus)
- Tuotteiden ostaja tai käyttäjä (esim. elintarviketeollisuus)
- Kuluttajarajapinnassa toimija (esim. vähittäiskauppa)
- Sidosryhmien edustaja (esim. etujärjestö)
- Jokin muu, mikä?

Mitä uusia toimijoita tarvittaisiin, jotta solumaatalous edistyisi mahdollisimman hyvin Suomessa?

Mitkä tekijät estävät tai hidastavat solumaatalouden käyttöönottoa Suomessa?

Mitä näistä tekijöistä aiheutuvien haasteiden ratkaiseminen edellyttäisi?

Mahdollistavatko seuraavat tekijät riittävästi solumaatalouden kehittämistä?

	Kyllä	Ei	En osaa sanoa
Osaaminen, koulutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lainsäädäntö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Markkinoiden kysyntä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taloudellinen tuki	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tutkimus ja tuotekehitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poliittinen ilmapiiri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jokin muu, mikä?			

Onko Suomessa riittävästi osaamista, jotta solumaataloutta voidaan kehittää ja viedä markkinoille?

- Kyllä
- Ei
- En osaa sanoa

Onko suomalaisille solumaatalouden tuotteille tai osaamiselle vientinäkymiä tai kansainvälisiä yhteistyömahdollisuuksia?

- On vientinäkymiä
- On varteenotettavia yhteistyömahdollisuuksia
- Ei ole vienti- tai yhteistyömahdollisuuksia
- En osaa sanoa

Lisätietoja

Mitä voisimme oppia solumaataloudesta muilta mailta?

Mikä on näkemyksesi solumaatalouden tulevaisuudesta Suomessa?

Millä aikajänteellä uskot, että solumaatalous on proteiiniomavaraisuudennäkökulmasta merkittävässä käytössä Suomessa?

- Alle 5 vuotta
- 5–10 vuotta
- 11–15 vuotta
- Yli 15 vuotta
- Ei koskaan
- En osaa sanoa

Ruokaa ilman peltoja -hanke järjestää 8.12. työpajan, jossa kehitetään tässä kyselyssä tarkasteltuja tuotantotapoja. Koronatilanteen muuttumisen vuoksi työpaja järjestetään vain verkkotapahtumana. Haluatko ilmoittautua työpajaan?

- Ilmoittaudun verkkotyöpajaan
- En halua ilmoittautua työpajaan

Mikäli haluat ilmoittautua työpajaan, täytä alle yhteystietosi. Ilmoittautuneille lähetetään Teams-linkki työpajaan osallistumiseksi 7.12. Yhteystietoja käytetään vain työpajajärjestelyihin.

Etunimi

Sukunimi

Sähköposti

Muuta huomioitavaa

Ohjelma 8.12.2021

- 9.00–9.10 Tervetuloa, Emilia Nordlund VTT
- 9.10–9.55 Alustukset:
Solumaatalouden mahdollisuudet rehun- ja ruoantuotannossa, Anneli Ritala VTT
Proteiinikasveja kasvihuonetuotantoon ja tehokkuutta vertikaaliviljelyyn, Irene Vanninen Luke
Mikä uusissa uudenlaisessa kasvituotannossa ja solumaataloudessa houkuttaa ja epäilyttää?,
Jarkko Niemi Luke
- 9.55–10.05 Tauko
- 10.05–11.10 Työpaja, jako ryhmiin
- 11.10–11.30 Yhteenveto ja lopetus

Liite 2. Työpajaan ilmoittautuneet

RYHMÄ	OSALLISTUJAT	TAUSTAORGANISAATIO
Kasvintuotanto, solumaatalous	Heikki Aro	Hkscan
Solumaatalous	Elisa Arte	eniferBio
Kasvintuotanto	Niina Kangas	Kauppapuutarhaliitto
Kasvintuotanto, solumaatalous	Anne Kivimäki	Medfiles
Kasvintuotanto	Titta Kotilainen	Luonnonvarakeskus
Kasvintuotanto	Janne Kruunari	Sataliina
Kasvintuotanto	Arto Kujanpää	Hortimill
Kasvintuotanto, solumaatalous	Jukka Kuoppala	Alajärven kaupunki
Solumaatalous	Olli Kähkönen	Nordic Bioproducts
Solumaatalous	Marja Nappa	VTT
Kasvintuotanto, solumaatalous	Jarkko Niemi	Luonnonvarakeskus
Kasvintuotanto, solumaatalous	Emilia Nordlund	VTT
Solumaatalous	Markus Ojala	Seinäjoen Ammattikorkeakoulu
Solumaatalous	Kari Ollikainen	Porlammin meijeri
Solumaatalous	Riitta Partanen	Valio
Kasvintuotanto	Matti Pastell	Luonnonvarakeskus
Solumaatalous	Suvi Rajala	Sammatin tila
Kasvintuotanto, solumaatalous	Merja Rehn	Metropolia Ammattikorkeakoulu
Solumaatalous	Anneli Ritala	VTT
Solumaatalous	Susanna Rokka	Luonnonvarakeskus
Kasvintuotanto	Anna Tall	Seinäjoen Ammattikorkeakoulu
Kasvintuotanto, solumaatalous	Auli Turkki	Oulun Yliopisto
Kasvintuotanto	Hannu Uusihonko	Foodpark
Kasvintuotanto	Marjo Valtonen	Seinäjoen Ammattikorkeakoulu
Kasvintuotanto, solumaatalous	Miia Viinamäki	Fazer
Solumaatalous	Katriina Virtanen	Dava Foods
Kasvintuotanto	Irene Vänninen	SLC
Solumaatalous	Ingmar Wester	Raisio
Kasvintuotanto, solumaatalous	N.N.	
Kasvintuotanto	N.N.	
Kasvintuotanto, solumaatalous	N.N.	
Solumaatalous	N.N.	
Solumaatalous	N.N.	
Kasvintuotanto	N.N.	
Kasvintuotanto	N.N.	
Kasvintuotanto	N.N.	



LISÄTIETOJA

Emilia Nordlund, Tutkimuspäällikkö,
Hankekoordinaattori, VTT
Puh. +358 40 504 2963
Emilia.Nordlund@vtt.fi

Jarkko Niemi, tutkimusprofessori,
Luonnonvarakeskus
Puh. +358 29 532 6392
Jarkko.Niemi@luke.fi

DOI: 10.32040/2022.978-951-38-8832-9
ISBN: 978-951-38-8832-9