

# Tulevaisuuden ruokateknologiat ja maaseutujen muutosjoustavuus: Kotieläintuottajien näkemyksiä solumaataloudesta



Niko Rätty ja Toni Ryyänen

Ruoantuotanto on yksi keskeisimmistä maaseutujen toimialoista. Kiristyneet tehokkuusvaatimukset ja kallistuneet tuotantopanokset asettavat uusia vaatimuksia kotieläintuottajille jo olemassa olevien haasteiden lisäksi. Myös ruokateknologioihin liittyvät innovaatiot kyseenalaistavat tavanomaista tuotantoa. Yksi näistä tulevaisuuden teknologioista on solumaatalous, jolla tarkoitetaan ruoan tuottamista soluviljelmäteknologioita hyödyntäen bioreaktoreissa. Kartoitamme tässä tutkimuksessa 22 suomalaisen kotieläintuottajan näkemyksiä solumaataloudesta. Analysoimme teemahaastatteluin kerättyä tutkimusaineistoa maatalouden muutosjoustavuuden (*resilience*) arviointikehyksen avulla. Tulokset kuvaavat solumaatalouden mahdollisesti luomia muutoksia maaseutuihin ja niihin liittyviä joustavuusvaatimuksia kotieläintuottajien näkökulmasta. Muutoksista keskeisimmiksi koettiin kotieläinten muuttuva asema, teknologian mahdollisuudet ja uhat sekä kotieläintuottajien muuttuvat asemat teknologioiden kehittyessä. Kotieläintuottajat epäilivät solumaatalouden tuottaman laajamittaisen murroksen mahdollisuutta. Solumaatalouden koettiin tarjoavan kotieläintuottajille haasteiden lisäksi myös aiemmin tuntemattomia mahdollisuuksia.

Asiasanat: kotieläintuotanto, maanviljelijät, muutosjoustavuus, ruokajärjestelmät, solumaatalous

<https://doi.org/10.51807/maaseutututkimus.119985>

**M**aaseudut ja maatalous ovat olleet jo pitkään monen perustavanlaatuisen muutoksen ristipaineessa. Muutokset vaikuttavat etenkin kotieläintuottajien elinkeinoon. Keskeisimmiksi haasteiksi on tunnistettu muun muassa muuttuva ilmasto (Röös ym. 2017; Intergovernmental Panel on Climate Change 2022), lisääntyvä tieto kotieläintuotteiden ympäristö-, eettisyys- ja terveellisyshaasteista (Pörtner ym. 2022), muuttuva maatalouspolitiikka (Thorsøe ym. 2020) sekä odotettavissa olevat muutokset kulutuskäyttäytymisessä (van der Weele & Driessen 2019). Uusia haasteita ruoan tuotantojärjestelmille luovat myös muuttuvat geopoliittiset tilanteet sekä niiden vaikutukset globaaleihin tuotantoketjuihin ja raaka-aineiden saatavuuteen (Pörtner ym. 2022). Lisäksi globaalin pandemian pitkittymiseen ja uusiutumiseen liittyvät pelot aiheuttavat muutospaineita ruoantuotannossa.

Edellä mainitut muutokset lisäävät kotieläintilojen kannattavuushaasteita (Rizzo 2017; Thorsøe ym. 2020; Tauriainen 2021), joihin ratkaisuna on tarjottu tilakokojen kasvattamista eli suuruuden ekonomiaa. Samalla tiedetään teollisen mittakaavan kotieläintilojen aiheuttavan riskejä ympäristölle sekä ihmisten ja eläinten terveydelle. Kuluttajat eivät kuitenkaan aina ole tietoisia näistä haasteista (Dhont ym. 2021).

Tulevaisuuden teknologiset ratkaisut voivat joko helpottaa ruoantuotantoa tai luoda täysin uudenlaisen haastekokonaisuuden kotieläintuottajille. Keskitymme tässä artikkelissa solumaatalouteen, jolla tarkoitetaan uudenlaisia soluviljelyteknologioita ja bioreaktoreita hyödyntävää ruoantuotantotapaa (Post ym. 2020). Solumaataloudella pyritään korvaamaan tavanomaista kotieläin- ja maataloustuotantoa tuottamalla viljeltyä lihaa, kananmunan valkuaisen ja maidon proteiineja sekä ruokatuotannon sivutuotteita, kuten nahkaa (Risler ym. 2020).

Tässä tutkimuksessa keskitymme erityisesti kotieläintuottajien näkemyksiin, sillä heihin kohdistuu todennäköisesti ruokajärjestelmätoimijoista eniten muutosvaatimuksia jo nyt. Kotieläintuottajien kohtaamat muutokset voivat olla entistä merkittävämpiä, mikäli solumaatalouden teknologiat kehittyvät nopeasti, skaalautuvat massamarkkinavaiheeseen ja ovat kuluttajien suosimia. Kotieläintuottajien työhön tulevaisuudessa mahdollisesti vaikuttava solumaatalous voi myös synnyttää vastakkainasettelua, mikä voi johtaa uusien teknologioiden käyttöönoton hidastumiseen kuten on käynyt geenimuunneltuja organismeja sisältävien elintarvikkeiden kohdalla Euroopan unionin alueella (Mohorčich & Reese 2019).

Kotieläintuotanto on merkittävä alueellinen tulolähde maaseuduilla. Solumaatalouden ratkaisujen käyttöönotto ei siten vaikuta vain yksittäisiin kotieläintuottajiin vaan laajemminkin kotieläintuottajavaltaisiin maaseutualueisiin. Tuottajien kyky sopeutua ruokateknologisiin muutoksiin on siten myös haaste aluekehityksen näkökulmasta. Olennaista ei ole vain kotieläintuottajien näkemys solumaataloudesta tai kyky osallistua solumaatalouden prosesseihin. On tärkeää selvittää myös, miten he kokevat työnsä ja toimeentulonsa sekä alueiden elinvoimaisuuden kehittymisen rajujen (*disruptive*) muutosten keskellä osana mahdollista laajempaa yhteiskunnallista siirtymää.

Solumaatalous jaetaan karkeasti kahteen pääluokkaan: solujen tuotantoon (*cellular*) perustuviin tuotantomenetelmiin ja solujen tuottamien (*acellular*) yhdisteiden tuotantoon perustuviin menetelmiin (Mattick 2018; Tuomisto 2019; Rischer ym. 2020). Viljelty liha tai keinoliha on tunnettu esimerkki solujen tuotantoon pohjautuvasta tuotteesta. Bioreaktoreissa kasvatettavaa lihaa varten eläintä ei tarvitse teurastaa, vaan eläin voi jatkaa elämäänsä lihan kasvatuksessa käytettävien solujen keräämisen jälkeen (Post ym. 2020). Tämä uudenlainen tuotantotapa haastaa ihmisten käsityksiä siitä, miten eläimiä käytetään ruoantuotannossa (van der Weele & Driessen 2019).

Solujen tuottamiin mikro-organismeihin perustuvia tuotteita ovat esimerkiksi tarkkuusfermentoitu (*precision fermentation*) kananmunan valkuaisen proteiini ovalbumiini (Järviö ym. 2021b) ja maitoproteiini kaseiini (Mendly-Zambo ym. 2021). Tässä solumaatalouden tuotantotavassa eläimiä ei tarvita, vaan proteiinit tuotetaan geenimuunneltujen sienien, hiivojen tai bakteerien avulla (Tuomisto 2019; Rischer ym. 2020).

Suomessa biovalkuaiseksi nimettyä kananmunan valkuaisen ovalbumiini-proteiinia korvaavaa tuotetta kehittää muun muassa Onego Bio-yritys (VTT 2022). Ovalbumiinin tulevaisuuden tuotannon arvioidaan olevan vaikutuksiltaan ympäristökestävämpää kuin eläinperäinen tuotanto (Tuomisto 2019; Järviö ym. 2021b). Solumaatalouden ajatellaan olevan myös säästä ja muista ulkoisista tekijöistä riippumaton tuotantotapa. Suljetun kierron avulla voidaan vähentää merkittävästi viljeltävää pinta-alaa sekä pienentää vesistöjen ravinnekuormitusta ja kasvihuonepäästöjä (Tuomisto 2019; Järviö ym. 2021a; Järviö ym. 2021b).

Viljelystä lihasta on viime vuosina raportoitu myönteisesti kansainvälisessä mediassa (Painter ym. 2020). Siitä keskustellaan aktiivisesti myös

Suomessa (Ryynänen & Toivanen 2022), ja suomalaiset tuntuvat suhtautuvan varovaisen myönteisesti synteettisesti tuotettuihin tulevaisuuden ruokiin (Klöckner ym. 2022).

Solumaatalouteen liittyy kuitenkin haasteita, jotka hidastavat uutuustuotteiden markkinoille tuloa. Näitä ovat muun muassa teknologian kehittämisen ja skaalaamisen haasteet, solumaataloustuotannon merkittävä sähkönkulutus, viljellyn lihan valmistamiseen käytettävän ravinteliuksen korkea hinta, lopputuotteiden makuun, rakenteeseen ja hyväksyttävyyteen liittyvät tekijät sekä uuselinvarvikelainsäädännön vaatimien tutkimusten perusteellisuus, hitaus ja kalleus (Gaydhane ym. 2018; Choudhury ym. 2020).

Tarkkuusfermentaatioon pohjautuvat tuotteet ovat kehittyneet soluista valmistettavia tuotteita nopeammin. Ensimmäiseksi mainitulla tuotantotavalla valmistettuja synteettisiä tuotteita (esim. vanilliini) on ollut jo pitkään markkinoilla (Burton 2019).

Analysoimme tässä artikkelissa solumaatalouden mahdollisia vaikutuksia suomalaiseen kotieläintuotantoon sosioekologisesta muutosjoustavuuden näkökulmasta (Folke ym. 2010), joka ottaa huomioon ihmisen näkemykset ja toiminnan osana laajempia ja luontoon liittyviä järjestelmiä. Kiinnostuksemme kohteena ovat erityisesti suomalaisten kotieläintuottajien näkemykset solumaatalouden mahdollisista vaikutuksista: millaisia tulevaisuuden ruokateknologioita koskevia muutosjoustavuuteen liittyviä tekijöitä he nostavat esiin?

## **Muutosjoustavuus tutkimuksissa**

Muutosjoustavuutta tai resilienssiä (*resilience*) tarkastellaan tyypillisesti erilaisiin järjestelmiin liittyvien palauteketjujen pohjalta. Muutosjoustavuuteen päästään siten käsiksi tutkimalla järjestelmän eri osa-alueiden vuorovaikutusta (Fiksel 2015). Järjestelmien toiminnan ja vuorovaikutuksen palauteketjujen arviointia kutsutaan muutosjoustavuusajatteluksi (*resilience thinking*, Folke ym. 2010). Kotieläintuotannon tai muun vastaavan sosioekologisen järjestelmän muutosjoustavuutta voidaan arvioida sen kyvyllä vastata muutokseen vastustamalla, sopeutumalla tai muuttamalla (Walker ym. 2004). Maatalouteen ja maaseutuihin liittyviä murroksia on aiemmassa tutkimuksessa tarkasteltu muun muassa ekologisen, ekonominen ja sosiaalisen muutosjoustavuuden näkökulmista.

Ekologisesta muutosjoustavuuden näkökulmasta esimerkiksi metsien merkitys on ymmärretty maa- ja metsätalouden näkökulmasta sekä osana paikallista muutoskyvykkyyttä. Metsillä on yhteisöllinen vaikutus paikkakuntalaisiin, ja ne tarjoavat luonnonvaroja toimien samalla eräänlaisena varmuusvarastona. Yksinomaan ihmislähtöinen näkökulma metsiin voi kuitenkin johtaa biodiversiteetin heikkenemiseen, sillä se ei huomioi esimerkiksi lajikadon epäsuoria vaikutuksia. (Herman 2016.) Ilmastonmuutos vaikuttaa myös epäsuorasti lajikatoon, jolla on vaikutuksia maanviljelijöiden satoihin ja tuottavuuteen. Hakala ja kumppanit (2012) ovat todenneet, että pohjoisessa, missä sään ääri-ilmiöitä on yhä vaikeampaa ennakoita, viljelijöiltä edellytetään uudenlaista suhtautumista, käytäntöjä ja muutosjoustavuusvalmiuksia. Heidän mukaansa kasveja jalostamalla voitaisiin varautua sääilmiöihin ja lievittää näin ilmastonmuutoksen aiheuttamia vahinkoja. Maanviljelijöiden muutosjoustavuuden näkökulmasta keskeistä on myös taloudellinen mahdollisuus harjoittaa maanviljelyä ja vastata ilmastonmuutoksen aiheuttamiin tappioihin, mikä yhdistää taloudellisen muutosjoustavuus- ja kestävyysajattelun toisiinsa (Volkov ym. 2022).

Globaalien ruokamarkkinoiden heilahtelut vaikuttavat tuotannosta saattaviin tuloihin, mikä lisää kotimaisten ruoantuottajien epävarmuutta. Vaikka kotimainen ruokaturva ja huoltovarmuus on pyritty takaamaan tukemalla ruoantuotantoa poliittisin ratkaisuin, viljelijöitä ei taloudellisesta tuesta huolimatta ole täysin pystytty suojaamaan globaalin markkinatalouden vaikutuksilta, mikä kieli viljelijöiden haasteista sopeutua muuttuviin markkinatilanteisiin. (Thorsøe ym. 2020.) Kuten eurooppalaisilla niin myös suomalaisilla maitotiloilla on kannattavuushaasteita (Puupponen ym. 2022), joiden ratkaisua mutkistavat muuttuvat säädökset. Toiminnan suunnittelu edellyttää joustavuutta ja tulevien kehitystrendien ymmärtämistä, mutta maanviljelijöiden päätökset eivät kuitenkaan ole pelkästään taloudellisia, vaan ne liittyvät myös elämäntapaan (Rizzo 2017). Muutosjoustavuusajattelu voisi auttaa maanviljelijöitä arvioimaan henkilökohtaisia kyvykkyyksiään suhteessa haluttuun elämäntapaan, ja niiden avulla he voisivat rakentaa parempia strategioita sopeutumiskyvyn parantamiseen (Rizzo 2017).

Sosiaalinen pääoma onkin mainittu tilakoon lisäksi yhdeksi keskeiseksi viljelijöiden muutosjoustavuutta edistäväksi tekijäksi Suomessa (Kuhmonen 2020). Sosiaalinen pääoma mahdollistaa yhteistyön vertaisryhmien ja hallinnon edustajien kanssa, tukijärjestelmien täysimittaisen

hyödyntämisen, uusien ratkaisujen ja innovaatioiden käyttöönottamisen sekä arvoihin perustuvan päätöksenteon (Sinclair ym. 2014; Ashkenazy ym. 2018; Herman ym. 2018; Knickel ym. 2018). Sosiaalisten tukiverkkojen olemassaolo on laajemminkin tunnistettu merkittäväksi osaksi maaseutujen muutosjoustavuutta (Bruce ym. 2021).

## Tutkimusaineistot ja -menetelmät

Tutkimusaineisto koostuu 22 suomalaisen kotieläintilallisen puolistrukturoiduista teemahaastatteluista, jotka toteutimme 28.10.2019–13.2.2020 välisenä aikana. Saimme haastateltavien yhteystiedot ottamalla yhteyttä maatalouslomittajia maataloille järjestävään organisaatioon ja hyödyntämällä julkisia lähteitä, kuten maatilojen verkkosivuja. Lisäksi osa haastatteluista kotieläintuottajista ehdotti mahdollisia haastateltavia. Otimme yhteyttä viljelijöihin sähköpostitse ja puhelimitse. Tavoitteenamme oli saada mukaan monipuolinen joukko viljelijöitä, jotka harjoittavat kotieläintuotantoa. Haastattelimme edustajia kaikista merkittävistä tuotantolinjoista, mukaan lukien naudan, porsaan, lampaan ja siipikarjanlihan sekä maidon ja kananmunan tuottajia, joista osa edusti myös luomutuotantoa.

Teimme kaikki haastattelut suomeksi. Seitsemän haastattelua teimme maataloilla; näistä kaksi oli pariskuntien ryhmähaastatteluja. Muut haastattelut teimme puhelimitse. Äänitimme ja litteroimme haastattelut. Tulososassa erottelemme haastateltavat numerolla (1–20). Ryhmähaastatteluista käytämme numeron lisäksi kirjaimia A ja B (esim. 1A; 1B; 2A; 2B). Analysoimme tutkimusaineiston käyttäen ATLAS.ti-ohjelmaa ja sijoitimme teemat maatalouden muutosjoustavuuden arvioinnin teoreettiseen viitekehykseen. Tarkemmat tiedot haastatteluista esitämme liitteessä 1 ja haastatteluissa käsitellyt teemat liitteessä 2.

Selitimme solumaatalouden käsitteen haastateltaville lyhyesti: "Solumaataloudella viitataan tuotantotapaan, jossa soluviljelmien avulla tuotetaan perinteisiä maatalouden tuotteita, kuten lihaa, nahkaa, valkuaista ja maitoa, kokonaan ilman tai vähemmällä eläinmäärällä." Haastattelujen aikana osallistujilla oli mahdollisuus esittää tarkentavia kysymyksiä ja saada lisää tietoa aiheesta. Jouduimme tarkentamaan käsitteitä haastateltaville tilanteissa, joissa solumaatalouden tuotteet sekoitettiin kasvisvaihtoehtoihin tai muihin tuotantoinnovaatioihin.

Tutkimusaineisto on tarkoitus ymmärtää sosiaalisesti rakentuneena. Se on syntynyt haastattelavan ja haastattelijan yhteisen vuorovaikutuksen tuloksena (Berger & Luckmann 1966; Moisander ym. 2009). Ensimmäisessä analyysivaiheessa hyödynsimme ATLAS.ti-ohjelmaa (versio 9.0.5). Luokitelimme aineiston sisältöä aineistolähtöisesti eli ilman ennalta valittua teoriaa avoimella koodauksella (Eskola & Suoranta 1998). Toisessa vaiheessa yhdistelimme sisällöiltään samantyyppisiä koodeja laajemmiksi teemoiksi. Kolmannessa vaiheessa sijoitimme teemat maatalouden muutosjoustavuuden arvioinnin teoreettiseen viitekehykseen (Meuwissen ym. 2019). Olemme kuvanneet analyysiprosessin etenemisen taulukossa 1.

Taulukko 1. Analyysiprosessin kuvaus.

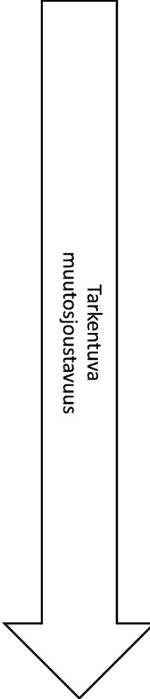
1. Avoin koodaus	2. Koodien järjestely teemoihin	3. Teemojen analysointi muutosjoustavuuden arviointikehyksen avulla
Litteroitujen haastattelujen koodaaminen	Koodien järjestely ja yhdistäminen teemoiksi: koodien ja teemojen välisten yhteyksien tarkastelu	Teemojen jäsentäminen arviointikehikon mukaisesti

Maatalouden muutosjoustavuuden viitekehys yhdistää kolme aikaisemmin tunnistettua muutosjoustavuuteen vaikuttavaa tekijää: pysyvyyden, sopeutumiskyvyn ja muunnettavuuden (Walker ym. 2004; Folke ym. 2010; Anderies ym. 2013). Viitekehys keskittyy viiteen kysymykseen (Meuwissen ym. 2019):

- 1 Minkä muutosjoustavuutta tutkitaan?
- 2 Mitkä ovat muutosjoustavuuden ulottuvuudet?
- 3 Minkä vuoksi muutosjoustavuutta tavoitellaan?
- 4 Mikä on muutosjoustavuuden kapasiteetti (kyky sietää, sopeutua tai muuttua järjestelmän kokiessa häiriötä)?
- 5 Mikä parantaa muutosjoustavuutta?

Olemme soveltaneet muutosjoustavuuden arviointikehystä kotieläintuottajien solumaatalouteen liittämiä näkemysten tutkimiseen. Kuviossa 1 esitämme haastatteluaineistomme sopeutetun viitekehyksen.

1. Muutosjoustavuuden kohde	Kotieläintuottajien toimintaympäristö	Solumaatalouden vaikutukset maaseutuihin
2. Mitkä ovat muutosjoustavuuden ulottuvuudet?	Haasteet	Solumaatalouteen liittyvät taloudelliset, sosiaaliset ja institutionaaliset haasteet
3. Minkä vuoksi muutosjoustavuutta tavoitellaan?	Tarkoitus	Ruokaturva, omavaraisuus, kotieläintuottajien toimeentulo ja maaseutujen kehitys solumaataloudessa
4. Mikä on muutosjoustavuuden kapasiteetti?	Mahdollisuudet	Kyky sietää, sopeutua tai muuttua solumaatalouden mahdollisesti aiheuttamiin muutoksiin
5. Mikä parantaa muutosjoustavuutta?	Muutosjoustavuutta määrittävät tekijät	Kotieläintuottajat ja solumaatalouden muutosjoustavat ratkaisut



Kuvio 1. Solumaatalouden vaikutusten tutkimiseen sovellettu maatalouden muutosjoustavuuden arviointikehys (Meuwissen ym. 2019).

Erityisen huomion kohteena analyysissämme olivat tuottajien muutosjoustavuuteen liittämät tekijät, kuten ruokaturva sekä tulevaisuuden uhat ja mahdollisuudet. Muutosjoustavuutta arvioidessamme otimme huomioon myös kotieläintuottajien taloudelliset varautumiskeinot ja puheet ansainnasta ja resurssien käytöstä.

## Tulokset

### *Solumaatalouden vaikutukset maaseutuihin*

Solumaatalouden vaikutukset maaseutuihin voivat olla merkittäviä riippuen siitä, missä laajuudessa ja kenen toimesta uudet teknologiat otetaan käyttöön. Kotieläintuottajat ajattelivat, että mikäli solumaatalous tulee



olemaan pelloista riippumaton tuotantotapa, tulisi tämä vaikuttamaan kielteisesti maaseutumaisemaan (17) ja autioittamaan entisestään maaseutuja:

En usko, että siinä [solumaataloudessa] on mitään positiivista. Kyllä se lisää ihmisten keskittymistä pelkästään kaupunkiin. Kyllähän maaseutu autioituu, jos maata ei viljellä eikä eläimiä kasvateta ja ruokaa tuoteta maaseudulla. (15)

Toisaalta, solumaatalouden uskottiin tuovan myös kaivattua muutosta maaseutujen kehittämiseen. Yksi haastateltava pohti muun muassa ihmisten takaisinmuuttoa maaseuduille ja solumaatalouden mahdollisesti luomia uusia työpaikkoja (9). Lisäksi vapautunutta peltopinta-alaa voitaisiin käyttää vaihtoehtoisin käyttötarkoituksiin, kuten metsittämiseen:

Voihan se olla, että ei tarvita enää niin paljon peltoja ja silloin laitetaan metsää kasvamaan siihen pellolle, että ei se elämä siihen pysähdy. Kaikki uudistaminen se on hyvästä. (8)

Merkittävänä tekijänä esiin nostettiin lisäksi isot globaalit yritykset, joiden koettiin ottavan solumaatalouden tuotantoketjut haltuun. Suuryritysten sane-luvalta ja niiden toiminnan vaikutus maaseutujen kehitykseen koettiin uhkana:

Isot firmat tulevat ja laittavat isoja tehtaita [solumaatalouden tuotantoyksiköjä] ja ovat siellä, missä on paljon porukkaa niin sinnehan ne tulisivat. Näinhän se menee. Siellä missä on paljon ihmisiä tulevat päättämään lopulta koko Suomen-kin kohtalon. Sitä pitäisi tehdä enemmän sellaista alueellista politiikkaa. (4)

Edellä siteerattu kotieläintuottaja totesi, että he pyrkivät jatkamaan hyväksi todetulla tilan kehittämisen linjalla ja samalla tehostaen toimintaa. Pyrkimys pysyä kehityksen mukana ja laajentaa toimintaa resurs-sien puitteissa koettiin hyvänä ratkaisuna tulevaisuuden teknologisiin haasteisiin vastaamisessa myös maaseudun kehittämisen näkökulmasta (4). Haastateltavat suhtautuivat pääosin realistisesti tulevaisuuden tek-nologioihin: he kokivat, että mahdollisimman elinvoimaiset, kilpailu-kykyiset ja muutosjoustavat tilat pystyvät vastaamaan parhaiten tulevai-suuden teknologioiden asettamiin haasteisiin.

### ***Solumaatalous haasteena***

Kotieläintuottajat kuvasivat maaseutujen ja ruoantuotannon haasteel-lista nykytilannetta. Muutospainetta aiheuttavat muun muassa kiristyvää globaali kilpailu, ilmastonmuutos ja tuotantopanoksien hinnanmuu-tokset sekä kuluttajien muuttuva ostokäyttäytyminen. Lisäksi mainittiin

kiristyvät ympäristövaatimukset. Haastatellut kokivat solumaatalouden toistaiseksi etäiseksi ja arvioivat sen mahdollisia haasteita tulevaisuuden kuvitteellisissa tilanteissa:

Sitten siinä vaiheessa, kun ihmiset ovat hyväksyneet sen, että lehmäperäiset [tuotteet] eivät ole hyvä... mutta kyllä se varmaan vielä yhden sukupolven vie tämä homma [naurahtaa]. Te ehkä siellä [kaupungissa], kun ajattelette näitä siellä joka päivä, että tähän se menee... niin meille se on vielä tosi etäällä ajatus täällä [maaseudulla] minun mielestäni. (4)

Merkittävä hidaste solumaatalouden kehittämislle ja käyttööntönnömmiselle palautuu kotieläintuottajien mielestä ihmisten asenteisiin. Myönteinen suhtautuminen tavanomaiseen maanviljelyyn ja pitkät perinteet luovat turvaa, johon uudet teknologiat eivät pysty vastaamaan. Tästä syystä osa kotieläintuottajista koki, että asenteiden muuttaminen voi olla haasteellista:

Suurinhan on, että siinä tullaan asennekysymyksiin. Että, sehän on suurin yksittäinen täällä viljelijän päässä. Viljelijähän ovat hyvin perinteisiä. Viljelijät rakastavat maataan ja tykkäävät nähdä, että maasta tulee se ruoka. Se on se yksittäinen suurin [haaste] saada se ajatus muuttumaan, että hei maasta tuleekin nyt ne perusraaka-aineet siihen ruoantuotantoon ja se ruoka voidaan tuottaa toisella tekniikalla kuin sen perinteisen lehmän kautta. (12)

Ratkaisu voisi olla solumaatalouden teknologioiden tutuksi tekeminen ja jo käytössä olevien toimintamallien hyödyntäminen uuden teknologian käyttööntönnömmisessä. Ongelmaksi koettiin etenkin se, että tavanomainen kotieläintuotanto rakentuu erilaisen osaamisen ja toisenlaisten investointien varaan kuin solumaatalous (3).

Solumaatalouden tuotteet koettiin uusina kilpailijoina, jotka tehokkuutensa vuoksi voisivat horjuttaa kotimaisten kotieläintuottajien jo ennestään heikoksi koettua markkina-asemaa. Soluviljeltyä maitoa verrattiin esimerkiksi kauramaitoon ja ”muihin buumeihin lehmänmaitoa vastaan” (13). Teknologioiden kehittyminen nähtiin luonnollisena, mutta kehityksen nopeus koettiin haasteellisena erityisesti muuttuvien markkinoiden näkökulmasta:

Jos vaikka ajattelee eläinten tuottajia ja sitten markkinat häviää, niin kyllähän se varmasti vaikuttaa maatalouteen. Jos ihmiset ostavatkin normaalin lihan tilalle sitä keinolihaa. Niin kyllähän se väkisin vaikuttaa. (15)

Tärkeäksi asiaksi kotieläintuottajat kokivat myös kuluttajien hyväksynnän. Kuluttajia pidettiin jo nyt etääntyneinä ruoantuotannosta. Vaikeasti hahmotettavan solumaatalouden tuotantotapojen arvioitiin

entisestään vahvistavan tätä trendiä, mutta ennen kuin solumaatalouden tuotteilla voisi olla todellista muutosvoimaa ruokamarkkinoilla, niiden pitäisi olla edullisia:

No joku porukka niitä [solumaatalouden tuotteita] tietenkin ostaa oli ne sitten halpoja tai kalliita. Mutta uskon, että ne ei merkittävää osaa markkinoista saa muuten kuin olemalla selkeästi halvempia. Se on ainut keino, millä niistä tulee varteenotettavia kilpailijoita markkinoilla. (15)

Haasteena nostettiin esiin myös raskas valvonta ja sääntely, jotka vaikuttavat niin tavanomaisen kotieläintuotannon kuin tulevaisuudessa solumaataloudenkin kilpailukykyyn. Runsaalla sääntelyllä taataan ruoan saatavuus ja ruokaturva, mutta samalla sääntely rajaa viljelijän kykyä rakentaa erottuvuustekijöitä markkinoilla:

Siinä tulee ensin vastaan se byrokratia riippuen siitä, miten helpoksi tai vaikeaksi tämä [siirtymä solumaatalouteen] on tehty. Suomessahan me tehdään nämä lait ja säädökset matalimman tai korkeimman säädöksen kautta. Halutaan kattaa kaikki, jolloin se liikkumavara jää aika pieneksi. Sen perusteella ollaan saatu aika korkea ruokaturvallisuus, mikä on tosi positiivista. Mutta se aiheuttaa ongelmia siinä, kun juuri se liikkumavara on niin pieni. On tosi vaikea löytää niitä kilpailukykyasioita, kun pitää tehdä asiat samalla tavalla. (6)

Kotieläintuottajien esiin nostamat haasteet liittyivät viljelijöiden asenteesiin, markkinaodotuksiin ja sääntelyn tiukkuuteen. Haasteiden koettiin jarruttavan solumaatalouden ja laajemminkin teknologioiden käyttöön-ottoa. Sen sijaan seuraavassa käsiteltävät riskit liitettiin esimerkiksi ruokaturvaan, keskitettyyn tuotantoon ja teknologian epävarmuuksiin.

### ***Solumaatalous tuottaa hajautettuna ruokaturvaa ja keskitettynä riskejä***

Haastateltavat pohtivat laajasti ruokaturvaa ja solumaatalouden mahdollisia riskejä. Erityisesti hajautettujen ja keskitettyjen tuotantojärjestelmien haasteita tuotiin esiin. Isojen tuotantoyksiköiden koettiin olevan haavoittuvia. Tämän vuoksi hajautettua tuotantoa pidettiin turvallisempänä ratkaisuna niin tavanomaisessa kotieläintuotannossa kuin solumaataloudessakin:

Tuotetaan sellaisissa olosuhteissa mitkä ei välttämättä ihan... sitten tapahtui jotakin... ettei se tuote ole enää kelpollista markkinoille. Tämä juuri on se niitten suurten ongelma. Ja sitten jos ajatellaan ylipäätään tätä maailman turvallisuutta

ja muuta, niin sellaisiinhan [korkean teknologian tuotantolaitoksiin] on helppo tehdä jotain hakkerihyökkäyksiä. Sitten ollaan ilman tätä tuotetta [viljeltyä lihaa] montakin kuukautta [naurahtaa]. Niin ehkä siksi olisi parempi, että se olisi pienissä tuotantolaitoksissa. (11)

Keskittyneen tuotannon riskiksi koettiin lisäksi mahdolliset korruptio- ja vaikuttamisyrietykset sekä suurten toimijoiden saneluvalta (17). Hajauteissa järjestelmissä toteutettu ruoan- ja energiantuotanto koettiin siten sosiaalisestikin joustavammasi vaihtoehdoksi.

Kotieläintuottajat liittivät solumaatalouden teknologioihin ja tuotantotapoihin muitakin riskejä. Yksi keskustelua herättänyt teema oli solumaatalouden vertaaminen geenimuunneltuihin tuotteisiin ja geeniteknologian hyödyntämiseen:

Niin ne riskit, mitä geenimanipulaatio, josta voisi tulla siellä [solumaataloudessa] pitäisi olla tarkkana. Mutta en oikein muuten. Kun tarkkaan tutkitaan. Niin kyllä minä näytän vihreää valoa tälle. (8)

Solumaatalouteen liittyvistä riskeistä huolimatta haastattelujen pohjavire oli usein jopa yllättävänkin myönteinen. Kotieläintuottajat toivat selkeästi esiin myös tavanomaisen tuotannon riskejä, joiden todettiin olevan erilaisia ja joskus haastavampiakin verrattuna kuviteltuihin solumaatalouden riskeihin (1A). Yksi haastateltava pohti tavanomaisen kotieläintuotannon ja solumaatalouden eroja näin:

Sitten kun minulla on näitä nautoja, niin minä olen kuitenkin vastuussa niistä 24/7. Vaikka on lomittajaa ja vierasta työvoimaa niin aina ne soittaa minulle [ongelmatilanteissa], väittäisin että missään muussa yritystoiminnassa näin ei ole. Ja nyt kun on kyseessä elävät eläimet. Niin se ei bioreaktori kuole samalla lailla, kun jos lehmä yöllä poikii, etkä ole siinä ni se saattaa kuolla se lehmä ja vasikka kumpikin. (5)

Kotieläintuottajien pohdinnat solumaatalouden mahdollisista riskeistä kiteytyivät tuotantoyksiköiden kokoon, muiden toimijoiden rooleihin, tuntemattoman teknologian mahdollisiin uhkakuviin sekä tavanomaisen ja solumaatalouden riskien eroihin.

### ***Solumaatalouden mahdollisuudet: seka-, panos- ja yhteistuotantomuodot***

Kotieläintuottajat toivat esiin myös solumaatalouden mahdollisuuksia. Periaatteessa haasteet ja riskit voidaan nähdä toisesta näkökulmasta mahdollisuuksina, mikäli ne voidaan ratkaista tai hallita hyväksyttävällä tavalla.

Osa haastatelluista epäili nykyisten kotieläintuottajien mahdollisuuksia osallistua solumaatalouteen (esim. 1A; 3; 6; 19; 20), kun taas toiset kokivat voivansa hyvinkin siirtyä itse solumaatalouden tuottajiksi tai toimia jonkinlaisessa roolissa tämän ollessa mahdollista (esim. 7; 8; 18). Myös sekatuotantomuotoa pohdittiin osana siirtymävaihetta, jossa kotieläintuottajat ottaisivat solumaatalouden eläintenpidon rinnalle:

Miksi ei, mutta kysymys kuuluu, jos eläimet pitää kuitenkin hoitaa ja sitä pitää kasvattaa kantasoluja varten, niin miksi se sama eläin ei voisi tuottaa niin kuin tässä tapauksessa myös sitä porsasta ja kasvattaa se loppuun saakka? (16)

Tuotantomuotojen yhdistäminen olisi taloudellisesti perusteltua ja mahdollistaisi myös uusien teknologioiden kokeilemisen. Haastatellut toivat esiin myös mahdollisuuden siirtyä tuottamaan panoksia tai raaka-aineita solumaatalouden tuotantoprosesseihin. Edellä mainitun eläinsolujen tuottamisen (16) lisäksi kasvatusliuokseen vaaditut mineraalit, ravinteet ja sokerit on tuotettava perinteisen maatalouden keinoin (1A).

Haastateltavat pitivätkin todennäköisenä, että solumaataloutta tultaisiin harjoittamaan erilaisissa yhteistyömuodoissa, jolloin uudet toimijat voisivat tulla perinteisen ruoantuotannon ja maanviljelyn ulkopuolelta. Uudet yhteistyömallit voisivat lisätä muutosjoustavuutta, vaikka tuottaja itse ei haluaisikaan olla varsinaisesti tekemisissä solumaataloustuotannon kanssa.

Haastatellut pohtivat myös olemassa olevaa maatalouden ja energiantuotannon infrastruktuuria ja sen mahdollista hyödyntämistä solumaataloudessa:

Sehän [solumaatalous] voisi olla sellaista hajautettua tuotantoa. Sittenhän sitä voitaisiin tehdä missä vaan missä energiaa tuotetaan. Sittenhän se voisi olla kuntakeskuksien läheisyydessä, missä on lämpövoimalaitokset, puulämpölaitokset olemassa. Jos sieltä porukka vähenee, niin silloinhan se olisi mahdollisuus tuottaa energiaa siihen [solumaatalouteen]. Noin äkkipäätään ajateltuna. Ne olisi valmiina jo nyt. (7)

Uusiutuvan energian tuotanto on merkittävää solumaataloudelle, koska useat sen ratkaisusta ovat energiaintensiivisiä ja riippuvaisia puhtaasta ja uusiutuvasta sähköntuotannosta. Puhdas sekä riippumaton lämmön ja sähkön tuotanto tuo muutostilanteisiin joustavuutta niin ympäristöllisessä kuin taloudellisessa mielessä. Bioenergian tuotanto herätti kiinnostusta haastateltavien keskuudessa, ja osa heistä kuvasi olevansa jo osakkaana tai suunnittelemassa oman biokaasulaitoksen perustamista (1A; 1B; 7; 6; 9; 12; 13):

No meillä on jo biokaasulaitos olemassa. Eli tuota me jo tuotetaan energiaa tällä hetkellä pikkuisen jalostamalla sitä. Miks ei. Ja meillähän on aika paljon käyttämätöntä energiaa johtuen siitä, että se tekniikka ei ole vielä aivan riittävää. Meillä on myös isot peltopinta-alat, mihin voisimme esimerkiksi laittaa aurinkopaneeleita sen energian tuottamiseksi. Myös tuulivoimaprojektissa olen ollut 10 vuotta mukana, josta ei voi tietää, että tuleeko se vai ei. Meillä on valituskierreongelma ja se on oma haasteensa. Meillähän on kaikki mahdollisuudet täällä maaseudulla olemassa siihen energiantuotantoon. (12)

Uusiutuvat energian lähteet ovat merkittäviä kotieläintuottajille etenkin taloudellista näkökulmasta. Parhaimmillaan uusiutuvan energian tuotantoon sijoittaminen tuo viljelijöille pitkällä aikavälillä taloudellisia säästöjä ja vähentää tilojen riippuvuutta ostosähköstä, jonka hinnat vaihtelevat paljon. Maatilojen kesken toteutetut bioenergiahankkeet kertovat, että muutosjoustavuutta on tavoiteltu yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa. Tätä toimintamallia voitaisiin hyödyntää myös solumaataloudessa.

Haastatellut pohtivat solumaatalouden mahdollisuuksia laajemmastakin näkökulmasta. Yksi kotieläintuottaja visioi, että suomalaisia solumaatalouden tuotteita voitaisiin viedä ruokapulasta ja kriiseistä kärsiville alueille (6). Toinen tuottaja pohti solumaatalouden seurauksena miniiniin putoavia kotieläinkantoja myönteiseen sävyyn:

Se [solumaatalous] kyllä romahduttaa eläinkannat ja jos koko maapalloa ajatellaan niin sehän voi olla ihan fiksu juttu, koska siellä on isot määrät muita eläinlajeja, joita on hävitetty maapallolta sen takia, kun on keskitetty nautaan, sikaan ja kanaan. (8)

Kotieläintuottajat voisivat kehittää maaseutujen muutosjoustavuutta globaalisti ja huomioida ruokaturvan lisäksi ilmastonmuutoksen sekä eläin- ja ihmisoikeuksien toteutumisen.

### ***Kotieläintuottajat ja solumaatalouden muutosjoustavat ratkaisut***

Uudet solumaatalouden tuotantotavat luovat kysyntää nykyisistä poikkeaville raaka-aineille, joiden tuotantoon osa tilallisista voisi harkita siirtävänsä joko suoraan tai yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa. Muutosjoustavia ratkaisuja tarvitaan, sillä usea haastateltu arvioi, että solumaatalouden ratkaisut ovat tulevaisuudessa tavanomaisia:

No tuota minä näen, että se [solumaatalous] on täyttä tulevaisuutta. Minä väitän, että 15 vuoden päästä se on ihan arkipäivää. ...Se pyörä kun on lähtenyt liikkeelle, niin ei se vaan pysähdy. (7)

Työn luonteen koettiin vaikuttavan suuresti nykyisen työn mielekkyyteen, mutta muutokset koettiin myös mahdollisuutena. Solumaatalouden arvioitiin vähentävän esimerkiksi kotieläintuottajien nykyisiä ammattitauteja (9). Pohdintoihin motivoivat lisäksi viljelijän ikä, fyysinen jaksaminen ja halu muuttaa työskentelytapoja:

Jos sitä saisi silleen rahaa, että pystyt niin kuin normaalisti elämään, niin voisin vaihtaa ihan hyvin soluihin lehmät. Paikat [fyysinen kunto] alkaa olla niin huonot, niin kyllä tätä työtä voisi keventää. (18)

Elinehtona solumaatalouden menestymiselle pidettiin kuitenkin markkinoiden kysyntää. Osa haastatelluista uskoi solumaatalouden vaikuttavan myönteisesti maaseutujen kehitykseen, jos uusille tuotteille löytyisi vakaat markkinat:

Kyllä näkisin ennemminkin, että jos ne sovellukset [solumaatalouden tuotteet] ovat sellaisia, että niille löytyy hyvät markkinaraot ja se on vielä järkevää tehdä, niin kyllähän sillä siinä tapauksessa on positiiviset vaikutukset. Koska kyllä maaseuduille tarvitaan lisää elinvoimaa ja lisää kannattavaa tekemistä. (19)

Heikentynyt markkinatilanne on pakottanut kotieläintuottajat etsimään vaihtoehtoisia tulonlähteitä ja omaksumaan uusia toimintamalleja. Vaihtoehtoisilla tulonlähteillä he ovat voineet parantaa taloudellista muutosjoustavuutta. Solumaatalous voisi olla uusi tulonlähde, mutta toisaalta sen mahdollisia kustannuksia ja sen tuottamaa liikevaihtoa pohdittiin kriittisesti:

Niin, mikä on tuotannon hinta? Ja miten se tapahtuu, jos meillä on jotain eläimiä sitä kantasolutuotantoa varten ja mikä niiden osuus kustannuksista on sitten? Meidän liikevaihto ei saisi ainakaan alentua. Ja sitten se kate pitäisi olla parempi mitä nykyisen maatalouden kate on. (13)

Lisäksi esiin nostettiin resurssien puute. Kiinnostusta uusien teknologisten innovaatioiden kokeiluun voisi olla, mutta taloudellinen niukkuus ja kiristyvät tulevaisuudennäkymät rajoittavat suunnitelmia:

Toinen asia on tietysti se talous. Tällä hetkellä maidon tuottamisella ei ole mahdollisuuksia kehittää uutta. Sen kehitysrahan pitäisi tulla jostain muualta kuin sieltä maatilalta. (12)

Taloudellisten reunaehtojen lisäksi kotieläintuottajat painottivat riippuvuuttaan yleisistä säädöksistä. He kokivat vaikutusmahdollisuutensa rajallisiksi. Useimmat haastatteluissa esille tuodut ratkaisut koettiin riippuvaisiksi valtion taloudellisesta tuesta. Jos solumaatalouden ratkaisut osoittautuvat kevyiksi, tukia ei tarvittaisi:

...maatalouden on vaikea muuttaa sen kustannusrakennetta hyvin nopeasti. Ethän sä esimerkiksi toista navettaa rakenna tuosta noin vaan tai voi siirtää sun peltoja paremmille alueille. ...Se on myös yksi syy siihen, miksi sitä tuetaan. Se taas siinä solumaataloudessa onkin, että miten ketterä se on. Maksavatko tarvikkeet vähän ja onko siitä helppo muuttaa, että jos ei haluakaan jatkaa, voi laittaa pillit pussiin ilman että menee konkurssiin. Ja siihen perustuen tästä mitään sen enempää tietämättä, niin se on ehkä kevyempää ja sitä ei tarvitsisi siksi tukea samalla tavalla muutostilanteissa. (6)

Mikäli solumaatalouden ratkaisut ja toimintamallit osoittautuisivat helposti muokattaviksi ja yhdisteltäviksi, se lisäisi kotieläintuottajien muutosjoustavuutta merkittävästi markkinoiden muuttuessa tai tilan kohdassa esimerkiksi satotappioita. Vaikka maaseudut ja maatilat kytkeytyisivät osittain irti solumaatalouteen perustuvasta ruoantuotannosta, ovat solumaataloudenkin panosten ja raaka-aineiden tuotanto maatalouteen sidottuja. Viljelijöiden kyky tuottaa, varastoida ja liikutella solumaatalouden panoksia on täten olennainen tekijä arvioitaessa solumaatalouden ratkaisujen muutosjoustavuutta.

## Keskustelu

Toteutuessaan solumaatalous asettuu uusien teknologioiden tuottamien muutosten pitkään ketjuun. Se on uusi haaste jatkumossa, joka ulottuu vihreästä vallankumouksesta (Skorov 1973) ja geenimuuntelusta (Autade ym. 2015; Panzarini ym. 2015) älykkään maatalouden ratkaisuihin (Klerkx ym. 2019). Uudet teknologiat ovat historiallisesti kohdanneet vastustusta, eivätkä ne ole automaattisesti kaikkien viljelijöiden saavutettavissa. Tutkimuksemme osallistuneet viljelijätkin pitivät teknologioiden saavutettavuutta keskeisenä kysymyksenä myös solumaataloudessa. Kotieläintuottajien realistisen ja käytännönläheisen ajattelun pohjalta voidaan näin ollen esittää perusteltua kritiikkiä keskeneräisiä teknologioita kohtaan. Liiallinen luottamus solumaatalouden teknologioihin eli teknokraattinen lähestymistapa (Chiles 2013; Chiles ym. 2021) voi johtaa toimimattomien ratkaisujen ennenaikaiseen käyttöönottamiseen.



Muutosjoustavuutta on usein arvioitu pysyvyyden, sopeutumiskyvyn ja muunnettavuuden käsitteiden avulla (Walker ym. 2004; Folke ym. 2010; Anderies ym. 2013). Maatalouden pysyvyyttä koettelevat esimerkiksi isoihin tuotantolaitoksiin kohdistuvat ruokaturvaan, -turvallisuuteen ja terveyteen liittyvät uhat, kuten pelko uudesta eläimiin ja ihmisiin kohdistuvasta pandemiasta (Wiebers & Feigin 2020; Rzymiski ym. 2021). Pienten ja alueellisesti hajautettujen tilojen taloudelliset toimintaedellytykset ovat niin ikään rajalliset nykyisessä suuruuden ekonomiaa tukevassa järjestelmässä. Tämä on osaltaan vähentänyt paikallista muutosjoustavuutta. Tätä kritiikkiä esittivät myös haastattelemamme kotieläintuottajat.

Kotieläintuottajat tarkastelivat solumaatalouden teknologioita ja mahdollista kykyään sopeutua muuttuvaan tilanteeseen oman erityisosaamisensa näkökulmasta. Tuottajat voisivat keskittyä sellaisiin solumaatalouden alkutuotannon tehtäviin, jotka muuttavat työn luonnetta mahdollisimman vähän. Tällöin sopeutuminen uusiin tilanteisiin olisi nopeampaa. Tuotantoa voitaisiin esimerkiksi laajentaa solumaatalouden panosten tai raaka-aineiden tuotantoon, kuten eläinsolujen tai kasvatusliuoksessa tarvittavien aineisosien kasvattamiseen. Siirtyminen ruoantuotannon arvoketjussa ylöspäin on haastavampaa, mutta viljellyn lihan tuottaminen bioreaktoreissa (van der Weele & Tramper 2014; Chen & Zhang 2015) tai lopputuotteen prosessointi tilalla sekä markkinointi voisivat lisätä muutosjoustavuutta.

Kotieläintuottajien kyky sopeutua solumaatalouden mahdollisiin seurauksiin riippuu kuitenkin motivaation lisäksi taloudellisista reunaehdoista sekä yhteiskunnallisten toimijoiden poliittisesta halukkuudesta tukea näitä tuottajia muutostilanteissa. Viljelijöihin kohdistuvat tukitoimet voivat vaikuttaa siihen, missä määrin tuottajilla on taloudellisia mahdollisuuksia kokeilla, ottaa käyttöön tai muutoin hyödyntää solumaatalouden teknologioita maaseuduilla.

Tutkimuksen keskeiset johtopäätökset on koottu maatalouden muutosjoustavuutta kuvaavaan taulukkoon 2.

Taulukko 2. Solumaatalouden potentiaaliset vaikutukset maaseutuihin ja maatalouden muutosjoustavuuteen.

<p><b>1. Muutosjoustavuuden kohde – solumaatalouden vaikutukset maaseutuihin</b></p> <p>Solumaatalouden vaikutukset toimintaympäristöön voivat ulottua peltojen käytön muuttumiseen, metsittämiseen, sekä johtaa maaseutujen autioitumiseen.</p> <p>Toisaalta solumaatalous voi luoda uudenlaisia tuotantomahdollisuuksia ja yhteistyömalleja sekä vaikuttaa maanviljelijöiden asemaan. Kysyntä uudelleenlaiselle osaamiselle maaseuduilla voi kasvaa, ja sillä voi olla työllistävä vaikutus.</p>
<p><b>2. Haasteet – solumaatalouden tuotannon järjestäminen ja markkinakysyntä</b></p> <p>Nykyiset kotieläintuotannon haasteet on tunnistettu. Solumaatalous on uusi asia, joka herättää kiinnostusta, toivoa ja pelkoja.</p> <p>Keskeisenä haasteena ovat viljelijöiden hitaasti muuttuvat asenteet. Haasteena koettiin myös kuluttajien hyväksyntä solumaatalouden tuotteille sekä tuotteiden hinnoittelu ja hinnoittelun vaikutus nykyisten tuotteiden arvostukseen.</p>
<p><b>3. Tarkoitus – solumaatalous voi tuottaa hajautettuna ruokaturvaa ja keskitettynä riskejä</b></p> <p>Hajautettua tuotantoa pidettiin turvallisempänä ratkaisuna niin tavanomaisessa kotieläintuotannossa kuin solumaataloudessakin.</p> <p>Muutamit suuret tuotantoyksiköt koettiin haasteellisina, kun taas useiden pienten tuotantoyksiköiden arvioitiin lisäävän muutosjoustavuutta.</p>
<p><b>4. Mahdollisuudet – solumaatalouden seka-, panos- ja yhteistuotantomuodot</b></p> <p>Solumaatalous voi tuoda uudenlaista yrittäjyyttä maaseuduille ja täten elävöittää maaseutuja. Mahdollisuutena ovat erilaiset yhteistyön muodot ja energiantuotantoratkaisut.</p> <p>Solumaatalous voi ratkaista eläinintensiivisen maatalouden eettisiä sekä terveyteen ja ympäristöön liittyviä kysymyksiä muun muassa vähentämällä eläinten tarvetta ruoantuotannossa.</p>
<p><b>5. Muutosjoustavuutta määrittävät tekijät – kotieläintuottajat ja solumaatalouden muutosjoustavat ratkaisut</b></p> <p>Solumaatalouden tuotantotavat luovat kysyntää nykyisistä poikkeaville raaka-aineille, joiden tuotantoon osa kotieläintuottajista voisi harkita siirtävänsä.</p> <p>Solumaatalous voi vaikuttaa työn luonteen muuttumiseen, millä voi olla vaikutuksia työn mielekkyyteen.</p> <p>Markkinoiden kysyntä ratkaisee kotieläintuottajien osallistumisen solumaatalouteen, jos muita esteitä osallistumiselle ei ole. Modulaariset ja kevyet solumaatalouden toimintamallit voisivat mahdollistaa uuden teknologian kokeilut.</p> <p>Lainsäädännön ja maataloustukien katsottiin määrittävän myös solumaatalouden teknologioiden käyttöönottoa.</p>

Kotieläintuottajat kuvasivat laajasti solumaatalouteen liittyviä teemoja. Sijoittamalla tuloksiksi saadut teemat muutosjoustavuuden arviointikehykseen voidaan haastateltavien esiin nostamia asioita arvioida kokonaisuutena. Seuraavaksi tarkastelemme muutosjoustavuuden arviointikehyksen teemoja tarkemmin.

### ***Solumaatalouden vaikutukset maaseutuihin***

Solumaatalouden vaikutukset maaseutuihin voivat olla merkittäviä riippuen siitä, miten laajasti uusia teknologioita otetaan käyttöön ruoantuotannossa. Haastatellut kotieläintuottajat arvioivat, että tulevaisuudessa peltoja tullaan metsittämään niiden ruoantuotantokäytön mahdollisesti vähentyessä.

Sosioekologisen järjestelmän muutosjoustavuutta arvioitaessa on pyrittävä huomioimaan epäsuoria vaikutuksia (Herman 2016), kuten ympäristön vaikutuksia ihmisiin (Walker ym. 2004). Metsittämällä peltoja maaseutu voi tarjota samanaikaisesti ekosysteemipalveluja sekä parantaa biodiversiteettiä ja puuntuotantoa. Toisaalta metsittämisen vaikutukset maisemaan voivat olla suuria, jos aukeat peltoalat häviäisivät. Metsittämisen vaikutukset voivat täten ulottua myös villieläimistöön eli riista- ja petoeläinkantoihin sekä niiden aiheuttamiin vahinkoihin. Ilmastonmuutoksen edetessä myös metsäpalojen riski mahdollisesti kasvaa (Tyukavina ym. 2022). Koska laajamittainen solumaatalous voi muuttaa merkittävästi ruoantuotantoa, sen riskejä ja vaikutuksia on kyettävä ennakoimaan.

Metsittyvän ympäristön sosioekologiset vaikutukset ihmisten muutosjoustavuuteen ja käyttäytymiseen (Folke ym. 2010) voisi olla merkittävä tulevaisuuden tutkimuskohde, sillä EU:n ennallistamistavoitteiden yhtenä päämääränä on istuttaa 3 miljardia puuta EU:n alueella vuoteen 2030 mennessä (Euroopan komissio 2020). Maatalousmaata ja peltopinta-alaa säästävä solumaatalous (Tuomisto 2019; Järviö ym. 2021a; Järviö ym. 2021b) voisi tarjota synergiaetuja näiden EU:n metsittämistavoitteiden saavuttamisessa.

## ***Solumaatalouden tuotannon järjestäminen ja markkinakysyntä***

Kotieläintuottajat tiedostavat nykyisen maatalouden ilmastohaasteet (Röös ym. 2017; Intergovernmental Panel on Climate Change 2022). He ymmärtävät myös tuottajien rajallisen kyvyn mukautua muuttuviin säädöksiin ja markkinatilanteisiin (Thorsøe ym. 2020). Nykyinen toimintamalli tukee kotieläintuottajia, joilla on kykyä tehostaa ja laajentaa tuotantoa (Puupponen ym. 2022). Tämä malli ei ota huomioon ikääntyvää tuottajakuntaa eikä heille omaleimaista elämäntapaa (Rizzo 2017) tai tilojen rajallista laajentumiskapasiteettia (Rzymiski ym. 2021). Muutosjoustavuuden näkökulmasta katsottuna monella tilalla kaikki mahdollinen on jo tehty nykyisissä reunaehdoissa, mikä pakottaa tuottajat arvioimaan toimintansa mielekkyyttä.

Solumaatalous voisi tulevaisuudessa tuoda uudenlaista joustavuutta tilojen kapasiteettiongelmiin tilanteessa, jossa viljeltävää pinta-alaa ei voida perustellusti lisätä (Tuomisto 2019; Järviö ym. 2021a; Järviö ym. 2021b). Kannattavuuden rajoilla kamppaileville tiloille uudenlainen solumaataloustuotanto tai siihen liittyvä raaka-ainetuotanto voisi mahdollistaa tilojen olemassaolon, mutta tämä edellyttää sitä, että uudet teknologiat ja käyttökoulutus ovat helposti saatavissa.

Solumaatalouden keskeinen haaste muutoskyvykkyyden näkökulmasta ei liity niinkään edellä mainittuihin teknologioiden tuomiin mahdollisuuksiin vaan vallitseviin mielikuviin ja niiden vaikutuksiin. Geenimuunteluteknologioiden ja solumaatalouden on havaittu sisältävän samanlaisia haasteita (Mohorčich & Reese 2019). Yleinen suhtautuminen solumaatalouteen vaikuttaa tuotteiden kysyntään, joka heijastuu suoraan tuotantopäätöksiin. Huomasimme tutkimuksessamme, että kotieläintuottajat eivät suhtaudu solumaatalouteen pelkästään joko kielteisesti tai myönteisesti, vaan näkemykset vaihtelevat ja voivat olla jopa ristiriitaisia. Aikaisemman tutkimuksen osoittamat epävarmuudet tai ristiriitaisuudet näkyivät myös omassa tutkimuksessamme tuotantoeläimiin liittyvänä eettisenä pohdintana (Bryant & van der Weele 2021).

Hyväksyttävyyden ja kysynnän lisäksi kotieläintuottajat arvioivat keskeiseksi haasteeksi teknologioiden saavutettavuuden. Haastateltavat olivat huolissaan siitä, että teknologiat patentoidaan tavallisen kotieläintuottajan ulottumattomiin. Kouluttautumista he eivät puolestaan pitäneet ongelmana, sillä jo nykyinenkin kotieläintuotanto vaatii jatkuvaa

tietotaidon ylläpitoa. Sen sijaan haasteeksi nostettiin muiden kotieläintuottajien asenteet solumaataloutta kohtaan. Haastatellut arvioivat kollegoidensa suhtautuvan solumaatalouteen pessimistisesti, mikä voi osaltaan vaikuttaa kotieläintuottajien varautumiseen mahdollisesti markkinoita muuttaviin teknologioihin. Myöskään aikaisempien tutkimusten mukaan solumaatalouden teknologiat eivät tällä hetkellä näyttäydy välittömänä uhkana vallitsevalle ruoantuotantomallille (Gaydhane ym. 2018; Choudhury ym. 2020). Vaikka teknologiat tuntuvat monien mielestä vielä keskeneräisiltä, niiden käyttöönotossa voi tapahtua lyhyessäkin ajassa harppauksia. Samaan aikaan kotieläintuottajat joutuvat suunnittelemaan investointejaan vuosikymmeniksi eteenpäin. Pitkän aikavälin investoinnit maataloudessa eivät välttämättä enää tarjoa turvaa, mikäli uudet teknologiat syrjäyttävät vanhoja ruoantuotantotapoja.

### ***Solumaatalous tuottaa hajautettuna ruokaturvaa ja keskitettynä riskejä***

Suurten teollisen mittakaavan kotieläintilojen on havaittu olevan riski ympäristölle, ihmisille ja tuotantoeläinten terveydelle (Cockshaw 2021). Tilan koon, sosiaalisen pääoman ja sitoutumisen ympäristötoimiin onkin havaittu vaikuttavan myönteisesti tilojen muutosjoustavuuteen (Kuhmonen 2020). Toisaalta viime vuosien pandemian valossa tuotantoeläintilojen suuret koot ovat myös riski (Wiebers & Feigin 2020; Rzymiski ym. 2021), joka voi heikentää tilojen muutosjoustavuutta.

Tutkimuksemme haastatellut pitivät isoja tilakokoja riskinä riippumatta siitä, oliko kyseessä solumaatalous vai tavanomainen tehotuotanto. Solumaatalouden eduksi luettiin merkittävästi pienempi eläinten määrä tai eläimistä luopuminen kokonaan. Häiriötilanteissa eläinten pienempi määrä rajoittaa riskejä. Pilaantuneen solumassan tuhoaminen solumaataloustuotannossa arvioitiin helpommaksi kuin sairaiden eläinten lääkintä tai lopettaminen.

Hajautettua pienimuotoista tuotantoa pidettiin haluttavampana ja helpommin hallinnoitavana myös työhyvinvoinnin näkökulmasta. Vaikka pieniä tiloja pidettiin parempana, eivät haastatellut uskoneet tällaista suuntausta mahdolliseksi tai realistiseksi nykyisten säädöksiensä tukiessa tehotuotantoa ja suuruuden ekonomiaa.

## ***Solumaatalouden seka-, panos- ja yhteistuotantomuodot***

Solumaatalouden seka-, panos- ja yhteistuotantomuodot parantavat tilojen muutosjoustavuutta. Myös sosiaalisten verkostojen merkitys korostuu muutosjoustavuudessa (Bruce ym. 2021), kun taloudellinen liikkumavara tilan toimintojen suunnittelussa on niukka.

Tutkimuksemme haastateltavat kertoivat esimerkiksi yhteisistä energia- ja biokaasuvoimalahankkeista. Yhteistyöllä haettiin ensisijaisesti resurssitehokkuutta ja investointien taloudellisten riskien jakamista. Kaikilla tiloilla ei kuitenkaan ole mahdollisuuksia tehdä yhteistyötä. Mahdolliset yhteistyökumppanit voivat sijaita kaukana tai resurssit menevät täysimittaisesti oman tilan tarpeisiin. Myös mahdolliset ristiriidat yhteishankkeiden toteuttamisessa tuotiin esiin.

## ***Kotieläintuottajat ja solumaatalouden muutosjoustavat ratkaisut***

Solumaatalous voi johtaa tuotantoeläinten ja peltojen määrän vähenemiseen. Täysin nämä perinteiset tuotantopanokset eivät kuitenkaan poistu, sillä myös solumaatalous tarvitsee tavanomaisen maatalouden tuottamia raaka-aineita. Solumaatalous ei näin ollen vaikuta peltoviljelyyn yhtä paljon kuin kotieläintuotantoon.

Solumaatalous voi lisätä nykyisestä poikkeavien raaka-aineiden kysyntää, jolloin raaka-aineista voi syntyä kilpailua. Näin ollen raaka-ainetuotanto solumaatalouteen voi joutua kilpailemaan perinteisen maatalouden kanssa samoista tuotannon resursseista. Viljelijät voivat tulevaisuudessa joutua pohtimaan uudenlaisia tuotantoratkaisuja. Onko esimerkiksi nurmen kasvattaminen rehuksi kannattavampaa kuin sen tuottaminen bioreaktoreiden raaka-aineeksi? Nurmen vaihtoehtoiset käyttömuodot voivat vaikuttaa myös perinteisen kotieläintuotannon rehun saatavuuteen ja hintoihin. Solumaatalous voi myös tarjota uusia ratkaisuja tuotantoeläinten ruokkimiseen ja ratkaista osaltaan rajallisten resurssien synnyttämiä ongelmia.

Solumaatalous voi pakottaa tuottajat muuttamaan vakiintuneita toimintatapojaan, mutta toisaalta se voi tuoda uudenlaista joustavuutta perinteisen tuotannon rinnalle. Keskeistä on muutoskyvykyys nykymuotoisessa tuotannossa ja solumaatalouden mahdolliset vaikutukset siihen. Solumaatalouden häiriövaikutukset voivat muuttaa kotieläintuottajien toimeentulomahdollisuuksia ja pakottaa tuottajat muutokseen.

## Tutkimuksen rajoitteet

Tutkimuksellamme on muutamia rajoitteita, jotka liittyvät haastatteluaineistoon, laadullisen tutkimuksen lähestymistapaan ja tutkimusaiheeseen. Tutkimuksen tulokset ovat rakentuneet haastateltavan ja haastattelijan välisessä vuorovaikutuksessa ja kuvaavat siten haastateltujen kotieläintuottajien ensireaktioita solumaatalouteen. Laadullisen otteen vuoksi tuloksia ei voida yleistää kattamaan kaikkia suomalaisia kotieläintuottajia. Sen sijaan tutkimuksemme kuvaa haastateltavien näkemyksiä ja näyttää, miten he itse sanoittavat solumaatalouden mahdollisia vaikutuksia.

Tutkimusaiheen haasteena on myös voimakas tulevaisuuteen suuntautuneisuus. Soluviljeltyt tuotteet ja niiden tuotantoteknologiat olivat vielä vieraita haastateltaville. Haastatellut eivät olleet nähneet tai maistaneet soluviljeltyjä tuotteita eivätkä olleet voineet tutustua etukäteen niiden tuotantoteknologioihin. Tuloksia ei pitäisi siten arvioida solumaatalouteen liittyvinä asiantuntijalausuntoina tai tarkkoina arvioina solumaatalouden mahdollisista vaikutuksista kotieläintuotantoon ja -tuottajiin tai maaseutuihin. Sen sijaan tulokset kertovat siitä, miten kotieläintuottajat pyrkivät nykytilanteestaan käsin ymmärtämään solumaataloutta ja arvioimaan sen mahdollisia vaikutuksia maatalaansa ja myös laajemmin nykymuotoiseen ruokajärjestelmään. Tulokset kuvaavat myös tuottajien omaehtoisia reaktioita tulevaisuuden mahdollisiin ruokateknologioihin, jotka voivat vallata alaa monin eri tavoin, myös nykyisten viljelijöiden näkemykset sivuuttaen.

## Johtopäätökset

Maaseuduille ja tavanomaiseen kotieläintuotantoon tarvitaan uusia muutosjoustavia ratkaisuja. Solumaatalouden ratkaisut voisivat osaltaan edesauttaa tätä kehitystä. Myönteisessä tulevaisuusvisiossa solumaatalouden kehittyminen vahvemaksi osaksi nykyistä ruoantuotantoa tarkoittaisi uudenlaisten työnkuvien ilmestymistä maaseuduille, mikä voisi lisätä maaseutujen elinvoimaa, parantaa palveluita ja kehittää kokonaisuudessaan maaseutujen alueellista muutosjoustavuutta. Kielteisessä tulevaisuusvisiossa puolestaan painottuvat uhat ja haasteet, kuten solumaataloustuotannon keskittyminen, tuotannon siirtyminen lähelle kuluttajia ja nykymuotoisen kotieläintuotannon lisääntyvä ahdinko.

Kehitteillä olevat solumaatalouden teknologiat voivat onnistuessaan hyödyttää suomalaisia kotieläintuottajia ja maanviljelijöitä, mutta ruokajärjestelmän kestävyys siirtymä ei näytä heidän näkökulmastaan mutkattomalta. Vuosikymmeniksi tehtävät investoinnit maataloudessa voivat jarruttaa solumaatalouden teknologioiden käyttöönottoa ja pienentää tilojen muutosjoustavuutta suhteessa alati muuttuvaan ruokajärjestelmään. Osa haastatelluista kotieläintuottajista suhtautui kuitenkin odottavan myönteisesti solumaatalouteen. Tästä näkökulmasta tarkasteltuna solumaatalous on suhteutettavissa osaksi maatalouden pitkää teknologisen kehityksen jatkumoa.

## Kiitokset

Haluamme kiittää käsikirjoituksen kahta arvioijaa perusteellisista ja rakentavista kommentteista. Lisäksi haluamme kiittää Suomen Kulttuurirahastoa "Maatalouden muutos agroekologisten symbioosien ja solumaatalouden avulla – Ympäristövaikutukset ja viljelijöiden sekä kuluttajien näkemykset" -tutkimushankkeen rahoittamisesta ja työskentelyapurahan (nro 00220899) myöntämisestä.

## Lähteet

- Euroopan komissio 2020. Vuoteen 2030 ulottuva biodiversiteettistrategia. Saatavissa: [https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030\\_fi](https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_fi) [Viitattu 22.11.2022.]
- VTT 2022. Munanvalkuaista solumaatalouden keinoin: Onego Bio spinnasi VTT:lta ja keräsi 10 miljoonan euron rahoituksen biovalkuaisen kaupallistamiseen. News Powered by Cision. Saatavissa: <https://news.cision.com/fi/vtt-info/r/munanvalkuaista-solumaatalouden-keinoin-onego-bio-spinnasi-vtt-lta-ja-kerasi-10-miljoonan-euron-rah,c3511201> [Viitattu: 27.4.2022.]

## Kirjallisuus

- Anderies, J. M., C. Folke, B. Walker & E. Ostrom 2013. Aligning key concepts for global change policy: Robustness, resilience, and sustainability. *Ecology and Society* 18:2, e8. <https://doi.org/10.5751/ES-05178-180208>
- Ashkenazy, A., T. C. Chebach, K. Knickel, S. Peter, B. Horowitz & R. Offenbach 2018. Operationalising resilience in farms and rural regions – Findings from fourteen case studies. *Journal of Rural Studies* 59, 211–221. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.07.008>



- Autade, R. H., R. M. Jadhav, P. S. Gaikar, D. B., Jori, S. H. Antre & P. G. Reddy 2015. Farmers perception, knowledge and attitude towards Biotech (GM) crops at Agrowon AgriExpo – A survey. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 8:3, e753. <https://doi.org/10.5958/2230-732X.2015.00083.2>
- Berger, P. L. & T. Luckmann 1966. *The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge*. Anchor Books, New York.
- Bruce, A., C. Jackson & C. Lamprinopoulou 2021. Social networks and farming resilience. *Outlook on Agriculture* 50:2, 196–205. <https://doi.org/10.1177/0030727020984812>
- Bryant, C. J. & C. van der Weele 2021. The farmers' dilemma: Meat, means, and morality. *Appetite* 167, e105605. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105605>
- Burton, R. J. F. 2019. The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new “war against agriculture”? *Journal of Rural Studies* 68, 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.03.002>
- Chen, H.-G. & Y.-H. Percival Zhang 2015. New biorefineries and sustainable agriculture: Increased food, biofuels, and ecosystem security. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 47, 117–132. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.048>
- Chiles, R. M. 2013. Intertwined ambiguities: Meat, *in vitro* meat, and the ideological construction of the marketplace. *Journal of Consumer Behaviour* 12:6, 472–482. <https://doi.org/10.1002/cb.1447>
- Chiles, R. M., G. Broad, M. Gagnon, N. Negowetti, L. Glenna, M. A. M. Griffin, L. Tami-Barrera, S. Baker & K. Beck 2021. Democratizing ownership and participation in the 4th Industrial Revolution: Challenges and opportunities in cellular agriculture. *Agriculture and Human Values* 38, 943–961. <https://doi.org/10.1007/s10460-021-10237-7>
- Choudhury, D., T. W. Tseng & E. Swartz 2020. The business of cultured meat. *Trends in Biotechnology* 38:6, 573–577. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2020.02.012>
- Cockshaw, R. 2021. The end of factory farming: Alternatives to improve sustainability, safety, and health. *Voices in Bioethics* 7. <https://doi.org/10.52214/vib.v7i.8696>
- Dhont, K., J. Piazza & G. Hodson 2021. The role of meat appetite in willfully disregarding factory farming as a pandemic catalyst risk. *Appetite* 164, e105279. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105279>
- Eskola, J. & J. Suoranta 1998. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino, Tampere.
- Fiksel, J. 2015. *Resilient by design: Creating businesses that adapt and flourish in a changing world*. Island Press, London.
- Folke, C., S. R. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Chapin & J. Rockström 2010. Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15:4, e20. <https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>
- Gaydhane, M. K., U. Mahanta, C. S. Sharma, M. Khandelwal & S Ramakrishna 2018. Cultured meat: State of the art and future. *Biomanufacturing Reviews* 3, e1. <https://doi.org/10.1007/s40898-018-0005-1>
- Hakala, K., L. Jauhiainen, S. J. Himanen, R. Rötter, T. Salo & H. Kahiluoto 2012. Sensitivity of barley varieties to weather in Finland. *The Journal of Agricultural Science* 150:2, 145–160. <https://doi.org/10.1017/S0021859611000694>
- Herman, A. 2016. ‘More-than-human’ resilience(s)? Enhancing community in Finnish forest farms. *Geoforum* 69, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.12.005>

- Herman, A., M. Lähdesmäki & M. Siltaoja 2018. Placing resilience in context: Investigating the changing experiences of Finnish organic farmers. *Journal of Rural Studies* 58, 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.12.029>
- Intergovernmental Panel on Climate Change 2022. Food security. Teoksessa *Climate change and land: IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge. 437–550. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.007>
- Järviö, N., N.-L. Maljanen, Y. Kobayashi, T. Ryyänen & H. L. Tuomisto 2021a. An attributional life cycle assessment of microbial protein production: A case study on using hydrogen-oxidizing bacteria. *Science of The Total Environment*, 776, e145764. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145764>
- Järviö, N., T. Parviainen, N.-L. Maljanen, Y. Kobayashi, L. Kujanpää, D. Ercili-Cura, C. P. Landowski, T. Ryyänen, E. Nordlund & H. L. Tuomisto 2021b. 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>
- Klerkx, L., E. Jakku & P. Labarthe 2019. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 90–91, e100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Klöckner, C., L. Engel, J. Moritz, R. Burton, J. Young, U. Kidmose & T. Ryyänen 2022. Milk, meat, and fish from the petri dish – Which attributes would make cultured proteins (un)attractive and for whom? Results from a Nordic survey. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.847931>
- Knickel, K., M. Redman, I. Darnhofer, A. Ashkenazy, T. Calvão Chebach, S. Šūmane, T. Tisenkopfs, R. Zemeckis, V. Atkociuniene, M. Rivera, A. Strauss, L. S. Kristensen, S. Schiller, M. E. Koopmans & E. Rogge 2018. Between aspirations and reality: Making farming, food systems and rural areas more resilient, sustainable and equitable. *Journal of Rural Studies* 59, 197–210. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.04.012>
- Kuhmonen, I. 2020. The resilience of Finnish farms: Exploring the interplay between agency and structure. *Journal of Rural Studies* 80, 360–371. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.10.012>
- Mattick, C. S. 2018. Cellular agriculture: The coming revolution in food production. *Bulletin of the Atomic Scientists* 74:1, 32–35. <https://doi.org/10.1080/00963402.2017.1413059>
- Mendly-Zambo, Z., L. Jordan Powell & E. L. Newman 2021. Dairy 3.0: Cellular agriculture and the future of milk. *Food, Culture & Society* 24:5, 675–693. <https://doi.org/10.1080/15528014.2021.1888411>
- Meuwissen, M. P. M., P. H. Feindt, A. Spiegel, C. J. A. M. Termeer, E. Mathijs, Y. de Mey, R. Finger, A. Balmann, E. Wauters, J. Urquhart, M. Viganì, K. Zawalińska, H. Herrera, P. Nicholas-Davies, H. Hansson, W. Paas, T. Slijper, I. Coopmans, W. Vroeghe, A. Ciechomska, F. Accatino, B. Kopainsky, P. M. Poortvliet, J. J. L. Candel, D. Maye, S. Severini, S. Senni, B. Soriano, C.-J. Lagerkvist, M. Peneva, C. Gavrilescu & P. Reidsma 2019. A framework to assess the resilience of farming systems. *Agricultural Systems* 176, e102656. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102656>

- Mohorčich, J. & J. Reese 2019. Cell-cultured meat: Lessons from GMO adoption and resistance. *Appetite* 143, e104408. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104408>
- Moisander, J., A. Valtonen & H. Hirsto 2009. Personal interviews in cultural consumer research – Post structuralist challenges. *Consumption Markets & Culture* 12:4, 329–348. <https://doi.org/10.1080/10253860903204519>
- Painter, J., J. S. Brennen & S. Kristiansen. 2020. The coverage of cultured meat in the US and UK traditional media, 2013–2019: Drivers, sources, and competing narratives. *Climatic Change* 162:4, 2379–2396. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02813-3>
- Panzarini, N. H., J. V. M. Bittencourt, E. A. S. de Avila Matos & P. A. Wosiack 2015. Biotechnology in agriculture: The perception of farmers on the inclusion of Genetically Modified Organisms (GMOs) in agricultural production. *African Journal of Agricultural Research* 10:7, 631–636. <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.9323>
- Post, M. J., S. Levenberg, D. L. Kaplan, N. Genovese, J. Fu, C. J. Bryant, N. Negowetti, K. Verzijden & P. Moutsatsou 2020. Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. *Nature Food* 1:7, 403–415. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0112-z>
- Puupponen, A., A. Lonkila, A. Savikurki, K. Karttunen, S. Huttunen & A. Ott 2022. Finnish dairy farmers' perceptions of justice in the transition to carbon-neutral farming. *Journal of Rural Studies* 90, 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.01.014>
- Pörtner, L. M., N. Lambrecht, M. Springmann, B. L. Bodirsky, F. Gaupp, F. Freund, H. Lotze-Campen & S. Gabrysch 2022. We need a food system transformation – In the face of the Russia-Ukraine war, now more than ever. *One Earth* 5:5, 470–472. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.04.004>
- Rischer, H., G. R. Szilvay & K.-M. Oksman-Caldentey 2020. Cellular agriculture – Industrial biotechnology for food and materials. *Current Opinion in Biotechnology* 61, 128–134. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2019.12.003>
- Rizzo, F. 2017. Investigating dairy farmers' resilience under a transforming policy and a market regime: The Case of North Karelia, Finland. *Quaestiones Geographicae* 36:2, 85–93. <https://doi.org/10.1515/quageo-2017-0017>
- Ryyänen, T & A. Toivanen 2022. Hocus-pocus tricks and moral progressions: The emerging meanings of cultured meat in online news comments. *Food, Culture & Society*, 1–30. <https://doi.org/10.1080/15528014.2022.2027688>
- Rzyski, P., M. Kulus, M. Jankowski, C. Dompe, R. Bryl, J. N. Petite, B. Kempisty & P. Mozdziak 2021. COVID-19 pandemic is a call to search for alternative protein sources as food and feed: A review of possibilities. *Nutrients* 13:1, e150. <https://doi.org/10.3390/nu13010150>
- Röös, E., B. Bajželj, P. Smith, M. Patel, D. Little & T. Garnett 2017. Greedy or needy? Land use and climate impacts of food in 2050 under different livestock futures. *Global Environmental Change* 47, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.001>
- Sinclair, K., A. Curtis, E. Mendham & M. Mitchell 2014. Can resilience thinking provide useful insights for those examining efforts to transform contemporary agriculture? *Agriculture and Human Values* 31:3, 371–384. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9488-4>
- Skorov, G. 1973. The green revolution and social progress. *World Development* 1:11, 13–21. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(73\)90252-0](https://doi.org/10.1016/0305-750X(73)90252-0)

- Tauriainen, J. 2021. Maatalouden talouskehitys. Teoksessa Latvala, T., M. Väre & J. Niemi (toim.). Maa- ja elintarviketalouden suhdannekatsaus 2022. Luonnonvarakeskus. 65–67. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-434-0>
- Thorsøe, M., E. Noe, D. Maye, M. Vigani, J. Kirwan, H. Chiswell, M. Grivins, A. Adamsone-Fiskovica, T. Tisenkopfs, E. Tsakalou, P.-M. Aubert & W. Loveluck 2020. Responding to change: Farming system resilience in a liberalized and volatile European dairy market. *Land Use Policy* 99, e105029. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105029>
- Tuomisto, H. L. 2019. The eco friendly burger: Could cultured meat improve the environmental sustainability of meat products? *EMBO Reports* 20:1, e47395. <https://doi.org/10.15252/embr.201847395>
- Tyukavina, A., P. Potapov, M. C. Hansen, A. H. Pickens, S. V. Stehman, S. Turubanova, D. Parker, V. Zalles, A. Lima, I. Kommareddy, X.-P. Song, L. Wang & N. Harris 2022. Global trends of forest loss due to fire from 2001 to 2019. *Frontiers in Remote Sensing* 3, e825190. <https://doi.org/10.3389/frsen.2022.825190>
- Volkov, A., M. Morkunas, T. Balezentis & D. Streimikiene 2022. Are agricultural sustainability and resilience complementary notions? Evidence from the North European agriculture. *Land Use Policy* 112, e105791. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105791>
- van der Weele, C. & C. Driessen 2019. How normal meat becomes stranger as cultured meat becomes more normal; Ambivalence and ambiguity below the surface of behavior. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 3. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00069>
- van der Weele, C. & J. Tramper 2014. Cultured meat: Every village its own factory? *Trends in Biotechnology* 32:6, 294–296. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2014.04.009>
- Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter & A. P. Kinzig 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9:2, e5. <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>
- Wiebers, D. O. & V. L. Feigin 2020. What the COVID-19 crisis is telling humanity. *Neuroepidemiology* 54:4, 283–286. <https://doi.org/10.1159/000508654>

**Liite 1. Haastateltujen kotieläintuottajien taustatiedot.**

Viljelijä	Ikä v.	Tuotanto	Eläinten määrä	Sivutulot	Haastattelut
1A	Ei kysytty (n. 30–35)	Maidontuotanto	65	Koneurakointi, metsätalous	28.10.2019
1B	Ei kysytty (n. 30–35)	Maidontuotanto	65	Koneurakointi, metsätalous	28.10.2019
2A	Ei kysytty (n. 45–50)	Maidontuotanto	N.A.	Perinnebiotooppimetsätalous, green care	30.10.2019
2B	Ei kysytty (n. 45–50)	Maidontuotanto	N.A.	Perinnebiotooppimetsätalous, green care	30.10.2019
3	30	Maidontuotanto	85	-	18.11.2019
4	45	Maidontuotanto	300	Vuokramökkitoimintaa, koneurakointi	18.11.2019
5	26	Yhdistetty maidon- ja naudanlihantuotanto	600	-	21.11.2019
6	34	Luomumaidontuotanto	60	Metsätalous, koneurakointi, osakkuus biokaasulaitoksessa, vuokraustoimintaa	11.12.2019
7	54	Kananmunantuotanto	36 000	Osakkaana myös muilla tiloilla	11.12.2019
8	52	Yhdistetty emolehmä- ja tärkkelysperunantuotanto	35	-	12.12.2019
9	27	Yhdistetty kananmunan- ja lampaanlihantuotanto	20 000 siipikarjaa, 70 lammasta	Koneurakointi	12.12.2019
10	44	Maidontuotanto	72	-	12.12.2019
11	53	Maidontuotanto	70	Metsätalous	12.12.2019
12	53	Luomumaidontuotanto	240	Osakkaana muilla tiloilla, koneurakointi	17.12.2019
13	49	Yhdistetty maidon- ja lihantuotanto	120 lypsy-lehmää, 20–30 lihakarjaa	-	18.12.2019
14	32	Naudanlihantuotanto	260	Koneurakointi	20.12.2019
15	N.A.	Siipikarjantuotanto	90 000 siipikarjaa	-	8.1.2020
16	50+	Vapaan sianlihan tuotanto, tuotemerkin omistaja, markkinointi ja suoramyyni tilalta	600	-	10.2.2020
17	56	Emolehmäntuotanto	100+	Työskentelee tilan ulkopuolella, omalla tilalla on palkattua työvoimaa	10.–11.2.2020
18	50	Maidontuotanto	70–80	-	11.2.2020
19	34	Luomuliha- ja kasvien tuotanto	N.A.	-	13.2.2020
20	38	Yhdistetty sianliha- ja siipikarjantuotanto	200 sikaa, 600 siipikarjaa	Teurastus	13.2.2020
<b>N = 22</b>	Keskiarvoinen ikä n. 42 v.	20 maatilaa	16 tavanomaista tilaa, 4 luomutilaa	Sivutuloja on 11/20 tilalla	28.10.2019–13.2.2020

## **Liite 2. Teemahaastattelun runko.**

### **Kotieläintuottajien näkemykset solumaataloudesta ja viljellystä lihasta**

#### ***Pohjatiedot***

Tilan koko, tuotantosuunta, sivutoimet?

Kokemus maanviljelijän roolista nyt? Mikä on hyvää mikä haluttaisiin parantaa?

Suhde omaan työhön, tuotantoeläimiin ja maanviljelyyn.

Suhde ilmastonmuutokseen ja maatalouden ympäristövaikutuksiin sekä ruokatrendeihin (luomu, kasvisruoka ja lihan vähentäminen). Miten nämä näkyvät arjessa nyt?

#### ***Tulevaisuus***

Miltä tulevaisuus näyttää? Kuvaile millaisena näet tilan tulevaisuuden?

Uudet viljelymuodot yhdistettynä energiantuotantoon ja teknologisoituvaan maaseutuun. Millaisena näet tulevaisuuden kehityksen kohdallasi?

Solumaatalous pyrkii tuottamaan samoja maatalouden tuotteita, kuten maitoa lihaa nahkaa ja kananmunanvalkuaista ja pyrkii täten vähentämään eläinten tarvetta ruuantuotannossa. Miltä tällainen kehitys kuulostaa kohdallasi?

Mitkä olisivat tilasi mahdollisuudet tuottaa solumaatalouden tuotteita paikallisesti omassa bioreaktoreissa (kuten olutpanimonkaltaisissa laitoksissa)? Miksi tämä kiinnostaa / ei kiinnosta?

#### ***Viljelijän rooli tulevaisuudessa***

Miten koet solumaatalouden kehityksen muuttavan maanviljelijän tai maatalousyrittäjän roolia tulevaisuudessa?

Miten arvioit solumaatalouden kehityksen vaikuttavan maaseutujen kehitykseen?

Uskotko solumaataloudella olevan myönteisiä tai kielteisiä vaikutuksia maaseutuihin ja millaisia ne mielestäsi ovat?

Uudet teknologiat voivat vaatia uudelleen kouluttautumista. Olisitko valmis uudelleen kouluttamaan itsesi? Miten pitkään koulutukseen olisit valmis? Jos et, miksi?

Pitkälle automatisoidut ratkaisut ja pienempi tuotantoeläinten määrä vähentää fyysistä kuormitusta. Kuinka merkittävänä pidät sitä omalle työllesi?

Miltä kuulostaisi maatilan pyörittäminen etänä automatisoitujen ratkaisujen avulla? Mitä hyötyjä tai uhkia näet tällaisessa kehityksessä?

#### ***Tuotantoeläinten rooli***

Monet solumaatalouden teknologiat kehitetään skaalattaviksi ja tehostamaan tuotantoa, kun tuotantoeläinten rooli tuotantoketjussa pienenee. Haluaisitko silti pitää eläimiä tuotannossa, vaikka niiden rooli muuttuisi päätuotannosta sivutoimiseksi?

Mitä muita hyötyjä koet tuotantoeläimistä olevan sinulle?

#### ***Tuet***

Miten mahdollinen korotettu tuki kestävämpään tuotantoon tai solumaatalouteen muuttaisi suhtautumistasi?

Kuinka paljon valtion tulisi maksaa tukea solumaatalouden harjoittamisesta? (tarkoittaako tätä?)

#### ***Muuta***

Olisiko sinulla kysyttävää solumaataloudesta? Millaisia ajatuksia tämä keskustelu herätti?