

Juttusarja esittelee VTT:n pääjohtajan Antti Vasaran keinot maailman pelastamiseksi ja Suomen nostamiseksi teknologiamahdiksi.

VTT:n tiimipäällikkö Emilia Nordlund näkee bioteknologian uudet keinot suurena mahdollisuutena. "Solumaatalous tuottaa ruokaa myös katovuosina", tutkija muistuttaa.



Maatalouden toinen vallankumous

Ruoka tulee bioreaktorista

**Solumaatalous ei tarvitse peltoja eikä
tuotantoeläimiä, sillä ravinto syntyy mikrobien
voimin bioreaktoreissa.**

JUHA GRANATH

”Ruoka on paras lääke kaaosta vastaan”, julistaa vastikään Nobelin rauhanpalkinnon voittanut YK:n Maailman ruokaohjelma.

Tepsivä lääke tulisi tarpeeseen. Ravinnon tuottaminen nykyisin menetelmin lämmittää ilmastoa, köyhdyttää maaperää ja rehevöittää vesistöjä. Jos

tilannetta ei ratkaista, ympäristöongelmien ja nälänhädän lisäksi yhteiskunnalliset kriisit kiihtyvät entisestään.

Kaaoksen välttämiseksi ruokaa pitää tuottaa entistä enemmän ja entistä kestävämmiin. Apu saattaa löytyä yllättävän läheltä. Suomessa on jo valmiudet korkean teknologian ruoantuotantoon.

»»»

Ikivanha ihme modernein konstein

Suomalaisen Solar Foodsin kehittämä ruoantuotanto- menetelmä vie vihreää vallan- kumousta maailmalle.

Jossain päin Espoota aukeaa varastorakennuksen ovi. Sisätiloista paljastuu rivi hopeakylkisiä tankkeja.

Rakennuksessa toimiva Solar Foods haluaa pitää liian uteliaat silmäparit poissa tuotantotilastaan. Yhtiön toive on, ettei sen tarkkaa sijaintia kerrota.

Vuonna 2017 perustettu yritys aikoo tuottaa ravintoa ilmasta, helpottaa maailman ruokapulaa, säästää ympäristöä – ja tehdä voittoa.

Käynnissä on ikivanhaan ihmeeseen verrattava prosessi, jossa viidellä leivällä ja kahdella kalalla ruokittiin valtava ihmisjoukko.

”Bioprosessin periaatekin on vuosituhansia vanha. Se on samankaltainen fermentaatioprosessi kuin hiivan tai oluen teko, mutta sokerien sijaan tärkeimmät ainesosat ovat hiilidioksidi ja sähkö”, kuvailee yhtiön teknologiajohtaja **Juha-Pekka Pitkänen**.

Prosessin tarvitsema hiilidioksidi otetaan ilmakehästä.

Tuotantotilan ydin on tärkein bioreaktori. Sen sisällä muhii vedyllä ja hiilidioksidilla kasvava mikrobimassa. Reaktorin kyljessä olevassa elektrolyysilaitteessa sähkö erottaa vedestä vetyä, joka johdetaan mikrobeille letkulla.

”Prosessi eroaa iänikuisesta tuotantotavasta myös siinä, että olemme seuloneet Suomen luonnosta mikrobin, jota hyödynnämme.”

Solar Foods ei kerro maaperämikrobinsa tarkkaa löytöpaikkaa, mutta hieman Pitkänen valottaa löydöksen alkuperää.

”Länsi-Suomesta, merenrannalta, sedimentistä.”

Mikro-organismi luo uusiutuvalla sähköllä hiilidioksidista kaikki aminohapot, proteiinit, hiilihydraatit, lipidit ja vitamiinit. Typen lähteenä on ammoniumsuola. Lisäksi kivennäisaineis-

ta saadaan 18 muuta tarvittavaa alkua-

ainetta. Prosessissa syntyvästä biomassasta jalostetaan soijaproteiinin kaltaista jauhetta. Espoon pilottilassa sitä valmistuu noin 300 grammaa päivässä, mutta paljon suurempaa on luvassa.

”Tavoitteemme on avata parin vuoden sisällä demolaitos ja sen jälkeen iso kaupallinen tehdas. Demolaitos tuotaisi 300 kiloa ja tehdas jo 30 tonnia proteiinia vuorokaudessa.”

Espoosta kohti aavikoita

Solar Foodsin liikeidea on tuottaa proteiinia elintarviketeollisuudelle. Pitkänen nimeää Soleiniksi nimetylle jauheelle kolme käyttötarkoitusta.

”Ensin nykyisiin ruokatuotteisiin ja ravintolisiin, toiseksi maailmalla kovaan suosioon nousseisiin kasvispohjaisiin lihaimitaatioihin ja kolmanneksi laboratorioissa kasvatettavaan lihaan.”

Solar Foodsin käyttämä sähkö tuotetaan uusiutuvista energialähteistä. Sähkön hinta määrää pitkälti tulevien tuotantolaitosten sijainnin.

”Jos tuottaisimme proteiinijauheen suomalaisen verkkosähkön hinnoilla, siitä tulisi hinnaltaan kilpailukyky-

nen markkinoilla olevien proteiinituotteiden kanssa. Jos menemme aurinkoisimmille aavikoille, hinta olisi kolmasosa Suomen tasosta.”

Solar Foodsin laskelmien mukaan tuotteen ympäristövaikutukset jäävät reippaasti alle kymmeneen prosenttiin perinteisesti tuotettujen kasvi- tai eläinproteiinien vaikutuksista.

”Kasvi ottaa auringon säteilystä talteen vain prosentin, aurinkopaneeli nappaa siitä 20 prosenttia. Me teemme aurinkopaneelilla sähköä ja sähköstä elektrolyysillä vetyä. Bioprosessin ansiosta saamme talteen 5–10 prosenttia säteilystä”, teknologiajohtaja sanoo.

”Käytännössä se tarkoittaa, että tarvitsemme kasveihin verrattuna 5–10 kertaa vähemmän pinta-alaa saman tuotteen tekemiseen.”



Kuvat: Juha Granath



**Soijaproteiinin kaltaista solein-
jauhetta.**

Suomalaisyritys on jo etsinyt kartalta paikkoja, joissa aurinko- ja tuulivoimaa olisi tarjolla yllin kyllin.

”Afrikassa Marokko ja Tunisia, siellä on infra valmiina. Espanjasta ja muualtakin Välimeren pohjoispuolelta löytyy sopivia aavikoita. Intiassa on populaa-



”Kun käytetään uusiutuvaa energiaa ja ruoka tuotetaan paikan päällä, ympäristöä säästyy ja nälän määrä vähenee”, sanoo Solar Foodsin teknologiajohtaja Juha-Pekka Pitkänen.

tiota, mutta haittana monsuunit. Australia on vaihtoehto, samoin Chile.”

”Supercellin miljoonilla suuri merkitys”

Juha-Pekka Pitkäsen mukaan maailmassa on neljä kilpailevaa yritystä, jotka ovat samalla tasolla kuin Solar Food: kaksi Kaliforniassa, yksi Englannissa ja yksi Belgiassa. Kaksi yrityksistä keskittyy rehun tuotantoon.

Suomalaisyhtiön menestyksen takuumiehiksi tarvitaan biologien ja insinöörien lisäksi sijoittajia. Esimerkiksi suunnitellun koelaitoksen kokonaishinta on yli 20 miljoonaa euroa. Koelaitoksen on osoitettava, että menetelmää voidaan laajentaa.

”Uskoa on. Viime rahoituskierrök-

sella mukaan tuli brittejä ja uusia suomalaisia sijoittajia, kuten Fazer. Supercellin miljoonilla on Lifeline Venturesin kautta ollut suuri merkitys alusta lähtien”, Pitkänen kertoo.

Solar Foods aikoo hakea EU:n elintarvikevirastolta Efsalta uuselintarvikelupaa vuoden 2022 lopulla.

”Silloin koelaitos olisi valmiina, ja uuselintarvikelupa tulisi siihen samaan syssyyn. Luvan kanssa tuskin tulee ongelmia, sillä tuotteemme ei ole geenimuunneltu. Alkuvuonna 2023 olisi tarkoitus mennä markkinoille.”

Tulevaisuus siis näyttää hyvältä, mutta Pitkänen muistuttaa lopuksi:

”Biologia on valtavan monimuotoista. Se voi tuottaa yllätyksiä, joita emme ole vielä nähneet.”

>>>

”Biotekniikan avulla osa ruoantuotannosta pystytään irrottamaan perinteisestä maataloudesta. Se säästää ympäristöä”, sanoo VTT:n toimitusjohtaja **Antti Vasara**.

Ruoantuotanto aiheuttaa 25 prosenttia maailman kasvihuonepäästöistä ja kuluttaa 75 prosenttia puhtaasta vedestä. Maailman luonnonsäätiön WWF:n mukaan ruoantuotanto on suurin yksittäinen syy luonnon monimuotoisuuden köyhtymiseen.

Numeroiden valossa suomalaiset syövät vieraassa pöydässä.

Peräti 90 prosenttia kuluttamamme ruoan ympäristövaikutuksista jää Suomen rajojen ulkopuolelle. Lisäksi 40 prosenttia suomalaisten käyttämien maataloustuotteiden vaatimasta maasta on muualla kuin Suomessa.

Vaakatasosta nousta pystyasentoon

Antti Vasara nimesi viime kesänä viisi toivon alaa, jotka säästävät luontoa, edistävät kestävä kasvua, luovat työpaikkoja ja vahvistavat Suomen kilpailukykyä. Yksi viidestä on biotekninen ruoantuotanto eli solumaatalous.

Solumaataloudessa mikrobit ja bioreaktorit korvaavat pellot ja tuotantoeläimet. Vasara vertaa murrosta ruoantuotannon vallankumoukseen, joka alkoi 1700-luvulla maanviljelyn teollistumisen myötä ja kesti aina 1900-luvulle.

”Tulevina vuosina biotekninen ruoantuotanto vapauttaa valtavat määrät viljelymaata ihmisten tarpeisiin.”

Vapautunut maa voidaan joko jättää luonnontilaan tai ottaa muuhun kuin maatalouskäyttöön.

”Maankäytön iso muutos perustuu tuotannon siirtämiseen vaakatasosta pystyasentoon”, kertoo tutkimusryhmän päällikkö **Emilia Nordlund**.

Siirtämisen jälkeen mikrobit tuottavat solutehtaissa ruokien valmistukseen erilaisia ainesosia, kuten maitoproteiinia ilman lehmää tai munanvalkuaista ilman kanaa.

Munanvalkuaisen tuottomenetelmä toi VTT:lle lokakuussa 2020 voiton eurooppalaisten tutkimusorganisaatioiden Earto-järjestön innovaatiokilpailussa. Näin suomalaislaitos osoitti kuuluvansa uuden vallankumouksen etujoukkoihin.

>>>

Rauhan nobelisti Heli Kuusipalo:

”Ruoka on ihmisoikeus”

Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen THL:n erikoistutkija **Heli Kuusipalo** on yksi vuoden 2020 nobelisteista.

Suomalaistutkija kehitti Nobelin rauhanpalkinnon saaneelle YK:n ruokaohjelmalle 1990-luvulla uuden ravitsevan ruokalajin. Vitamiinipitoista puuroa tarjotaan yhä Malawin neuvoloissa ja kouluissa.

”Ruoka on ihmisoikeus”, Kuusipalo sanoo.

Hän on iloinen siitä, että rauhanpalkinto myönnettiin yhden ihmisen sijasta järjestölle, joka auttaa vuosit-

tain lähes sataa miljoonaa ihmistä 88 maassa.

Kuusipalon mukaan maapallolla tuotetaan nykyisin ennätysellisen paljon ruokaa ravintoketjun yläpäässä olevalle, nopeasti kasvavalle ihmisjoukko. Siitä huolimatta sekä nälkäisten määrä että huonosta ravitsemuksesta johtuvat taudit lisääntyvät.

Ruokajärjestelmän on muututtava radikaalisti, jos tulevana vuosikymmeninä aiotaan ruokkia yli kymmeneen miljardiin nouseva ihmiskunta.

”Bioteknisellä ruoantuotannolla on tässä oma tehtävänsä. Ei ole järkevää, että köyhien maiden viljelijät tuottavat rehua ja ruokaa pohjoisen pallonpuoliskon rikkaille ja ovat silti itse maailman nälkäisimpiä ja ruokaturvattomimpia”, Kuusipalo sanoo.

”Maailmantalouden kauppajärjestelmät ja voitontavoittelu pitää purkaa.”

”Bioteknisellä ruoantuotannolla on oma tehtävänsä, kun ruokittavana on pian kymmenen miljardia ihmistä”, toteaa erikoistutkija Heli Kuusipalo.

Kuusipalo ei kuitenkaan ihan pureksimatta niele väitettä bioteknisen ruoantuotannon eduista, kun puhutaan ilmastomuutoksen torjunnasta ja luonnon monimuotoisuuden säilyttämisestä.

”Käsittääkseni tästä ei vielä ole tarpeeksi tutkittua tietoa kokonaistilanteen arvioimiseksi. Ilmastomuutoksen tekijöitä on tutkittu, mutta biodiversiteetin vaikutukset eivät ole yksiselitteisiä. Ratkaisut ovat paikallisia, sillä lähtökohtaisesti biodiversiteetitkin ovat paikallisia.”

”Ravintosisältöä tutkittava”

Ravitsemustieteilijä Heli Kuusipalo on niittänyt mainetta kansanvalistajana, joka puhuu yksinkertaisen mutta ravitsevan ruoan puolesta.

Saako ihminen VTT:n ja Solar Foodsin bioteknisillä menetelmillä tuotetusta ruoasta turvallisesti tarvittavat ravinteet?

”Tämäkin pitää tietysti tutkia. Maaperän merkitys on kasvien ravintoaineille keskeinen. Näissä tuotteissa ravintosisältö on vielä tuntematonta maaperää, mutta muuten ne ovat varmasti turvallisia.”

Kuusipalo on VTT:n tutkijan Emilia Nordlundin kanssa samaa mieltä, että bioteknisen ruoantuotannon turvallisuutta koskeva lainsäädäntö vaatii päivitystä.

”Geenimuuntelussa kaupalliset kyökset ovat käsittääkseni se vaarallisin tekijä, ja mahdolliset ongelmat ja hyödyt pitää avata. Olisi myös kerrottava, miten paljon geeniteknologiassa on menty eteenpäin 25 vuoden takaisista uhkakuvista”, Kuusipalo sanoo.

”Myös kuluttajien informointi pitää tässä viestinnässä ottaa huomioon ja päivittää.”



» » »

”Munan valkuaisproteiinin tuottaminen solutehtaissa vähentää kasvihuonepäästöjä 74 prosenttia ja maankäyttöä 90 prosenttia verrattuna siihen, että kasvatettaisiin kanatarhoissa kanoja”, Nordlund sanoo.

Bioteknisessä menetelmässä tarvitaan raaka-aineiksi vain vettä, glukosia, erilaisia mineraaleja sekä *Trichoderma reesei* -sieni, joka tuottaa aineksista proteiineja. Menetelmää voi yksinkertaistaen verrata oluen valmistukseen.

Valkuaisproteiinin tuotantoa on kokeiltu VTT:ssä 300 litran bioreaktorissa, josta sitä voidaan laajentaa suurempiin tuotantoyksiköihin.

Suomelle aivan uusi mahdollisuus

VTT:n uudessa toimituksessa Espoon Otaniemessä maailman ruoka-angelmaan paneutuu Emilia Nordlundin lisäksi satakunta muutakin asiantuntijaa. Ripeästi etenevän tutkimustyön taustalla on laitoksen pitkä historia solutehtaiden ja biotekniikan parissa.

”VTT:ssä on kymmenet vuodet haettu ratkaisuja metsä- ja kemianteollisuuden tarpeisiin.

Nyt sovellamme pitkäjänteisen työn tuloksia ruokasektorin ja elintarviketeollisuuden hyödyksi”, Nordlund kertoo.

Ruokajärjestelmämme on tuhannet vuodet hyödynnnyt työkaluina kasveja ja eläimiä. Solumaatalous voi avata pohjoiselle, pimeälle ja kylmälle Suomelle aivan uusia mahdollisuuksia.

”Kannattava ja ympäristöä säästävä solumaatalous tarvitsee vettä ja energiaa. Suomessa puhdasta vettä riittää, mutta valo on välillä vähissä”, Nordlund pohtii.

”Energian tuotantotapojen kehitys ratkaisee pitkälti sen, missä kaikkialla ruokaa kannattaa tuottaa.”

Lähiuosina ruokaa nyhtäistään jo tyhjästä. VTT:stä ja LUT-yliopistosta lähtenyt kasvuyritys Solar Foods valmistaa syötävää proteiinia ilmasta kaa-patun hiilidioksidin, veden ja aurinko-energian avulla.

Lähteekö tiede siis suomalaisen maanviljelijän ja lihantuottajan tappolinjalle, Emilia Nordlund?

”Näen tämän enemmän mahdollisuutena kuin uhkana”, tutkija vastaa.

”Ala ei muutu yhdessä yössä, joten ihmiset ehtivät kouluttautua. Esimerkiksi voi ottaa hyönteistaloudesta, muuttamat sikatilalliset ovat jo alkaneet kasvattaa hyönteisiä. Työtä on, ja uusia osaajia tarvitaan.”

Ruonan biotekninen tuotanto on kuumaa aihe kaikkialla. VTT on aktiivisesti mukana ”globaalissa pelissä”, mutta liikesalaisuuksiin vetoava laitos ei kerro asiasta enempää. Akateemisessa Euroopassa suomalaiset ovat joka tapauksessa alan pioneereja.

”Käymme keskustelua yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa, mutta Euroopassa ei ole ollut kovin paljon

edes tutkimushakua tässä teemassa.”

Jarruna unionin hidas lainsäädäntö

Alan etenemistä jarruttaa Euroopan unionin hidas lainsäädäntö, etenkin geenimuunteluun liittyvä.

”Lainsäädäntö vaatii päivitystä, sillä nyt pitkä prosessi lannistaa monet toimijat. Tuotteiden turvallisuus pitää taata, mutta lainsäädännön näkökul-

masta USA ja Aasia ovat tällä hetkellä vahvoilla.”

Tieteenekijät, poliitikot ja kuluttajat ovat väitelleet vuosikymmeniä geenimuunneltujen tuotteiden turvallisuudesta ja ympäristö-

vaikutuksista. Myös VTT on joutunut muokkaamaan mikrobeja, jotta ne on saatu tuottamaan kanan ja lehmän proteiineja.

Nordlund tähdentää, että VTT:n menetelmä on muuntelusta huolimatta turvallinen. Tutkijoiden hyödyntämät mikrobit ovat samoja tuotantokantoja kuin entsyymiteollisuudessa, ja niitä käytetään jo nyt elintarviketeollisuudessa.

”Tärkeintä on osoittaa, että lopputuotteemme on sama kuin eläimessä tai kasvilla.”

Vuoden 2020 kemian Nobelin palkinnon saivat niin sanottujen geenisaksien kehittäjät **Emmanuelle Charpentier** ja **Jennifer Doudna**.

Kemistikaksikon crispr-cas9-menetelmällä voidaan muokata eläinten ja kasvien perimää erittäin tarkasti ja nopeasti. Nordlundin mukaan geenisaksen ovat hyvä ja turvallinen väline myös ruoantuotantoon.

Hän ymmärtää silti ”tiettyjen tahojen” huolen geenimuuntelun seurauksista. Joissain tapauksissa huoleen on aihehtakin.

”On perusteltua pelätä vieraslajeja, jotka voivat kehittyä tilaa valtaaviksi superkasveiksi.”

Entä pysykö kananmunan kehityksen keskellä kananmunan näköisenä, ja miltä näyttää kinkku tulevina jouluina?

”Munaa ei voi solutehtaassa kuorineen tehdä, joten se tulee olemaan purkissa nestemäisenä seoksena. Jos joulukinkku säilyy perinteissämme, se voi pysyä kinkun näköisenä ja kokoisena”, tutkija naurahtaa.

Kaloridemokratiaa köyhiin maihin?

YK:n ruokaohjelman arvion mukaan 690 miljoonaa ihmistä eli lähes kymmenesosa planeettamme väestöstä kärsii aliravitsemuksesta. Taustalla vaikuttavat taloudelliset ongelmat, konfliktit, ilmastonmuutos ja uusimpana koronavirus.

Ruokaohjelma on myös verrannut kehittyvien maiden perusaterian hintoja New Yorkin osavaltion keskitulotasoon. Kyyti on kylmintä Sudanissa, jossa ateria maksaa 186 prosenttia ihmisen päivätuloista. Newyorkilaiseen suhteutettuna se on 336 euroa.

Emilia Nordlundin mukaan solumaatalouden hankkeita kannattaa pysyttää myös kehittyviin maihin.

”Biotekninen ruoantuotanto on suljettu prosessi, joten solumaatalous tuottaa ruokaa katovuosienkin aikana. Näin se voi esimerkiksi Afrikassa vapauttaa lisää maa-alaa rehu- ja eläintuotannosta ihmisravinnon viljelyyn.”

Tätä nykyä maailman peltoalasta käytetään kaksi kolmasosaa ruoan kasvattamiseen eläimille.

Toisiko solumaatalous siis mukanaan kaloridemokratiaa ravinnon puutteesta kärsiville?

”Toivottavasti se laskee ruoan hintaa”, Nordlund vastaa.

Esimerkiksi bioteknisesti tuotetun kananmunan kustannukset ovat jo lä-

hellä tavallisen munatuotannon tuotantokustannuksia.

”Viime kädessä hinta riippuu siitä, kuka käärii voitot.”

Nordlund ennustaa, että so-

lumaatalous on kaupallisessa käytössä muutamassa vuodessa. Solar Foodsin kehitystyö on jo pitkällä.

”Lähiaikoina mukaan on tulossa muitakin yrityksiä, joten hyvältä näyttää.” □

Kirjoittaja on vapaa toimittaja.

Akateemisessa Euroopassa suomalaiset ovat solumaatalouden pioneereja.

Kaksi kolmasosaa maailman peltoalasta käytetään nykyisin ruoan kasvattamiseen eläimille.