Geenitekniikka ja solumaatalous

Lauri Reuter, Teknologian tutkimuskeskus VTT

Mistä on kyse?

Tässä yhteydessä keskitymme geenitekniikkaan välineenä, joka mahdollistaa erilaisten ravintona käytettävien yhdisteiden tuottamisen mikrobien ja solujen avulla suljetuissa säiliöissä. Solumaatalous (engl. Cellular Agriculture) viittaa ajatukseen perinteisten menetelmien rinnalle tulevasta solutehtaiden käytöstä elintarvikkeiden komponenttien tuottamisessa. Tuotteita voivat olla joko eliöt tai solut kokonaan tai niistä eristetyt yhdisteet.

Bio- ja geenitekniikkaa on käytetty jo 1980-luvulta lähtien esimerkiksi lääkeaineiden ja elintarviketeollisuuden apuaineiden tuottamisessa. Apuaineita ovat esimerkiksi pieninä määrinä käytettävät entsyymit, kuten juuston valmistuksessa käytettävä juoksute. Alun perin juoksute eroteltiin vasikoiden vatsoista. Apuaineilla ei ole ravitsemuksellista merkitystä ja niiden aktiivisuus häviää tuotteen valmistusprosessin aikana. Mikrobien käyttö näiden proteiinien tuottamisessa tekee saatavuudesta varmaa ja tuotteesta tasalaatuista ja turvallista.

Synteettisen biologian kehittyminen mahdollistaa nyt mikrobien aivan toisenlaisen muokkaamisen erittäin tehokkaiksi eläviksi tehtaiksi. Samalla tuotantoprosessien hallinta on kehittynyt merkittävästi. Kehittyvät teknologiat mahdollistavat proteiinien ja kokonaisten solujen ja mikrobien tuottamisen mittakaavassa, jossa niitä voidaan käyttää elintarvikkeiden ainesosina.

Eläinperäisten proteiinien ominaisuudet, kuten vaahtoutuminen ja geeliytyminen, tekevät niistä oleellisia elintarvikkeiden komponentteja. Globaalisti lisääntyneet eläintuotannon ongelmat lisäävät paineita löytää vaihtoehtoisia tuotantotapoja esimerkiksi maidon ja kanamunien funktionaalisille proteiineille. Syinä ovat sekä ympäristö että talous. Eläinperäisistä tuotteista luopuminen eettisistä syistä on myös kasvava kuluttajatrendi.

Kasvit tuottavat valtavia määriä monimutkaisia yhdisteitä, kuten antioksidantteja ja vitamiineja, jotka ovat tärkeä osa terveellistä ruokavaliota. Kasvit tuottavat myös kiinnostavia aromiaineita. Säiliöissä kasvatettuja kasvien soluviljelmiä käytetään jonkin verran lääkeaineiden sekä kosmetiikan komponenttien tuotannossa.

Nykytila

Mikrobeista valmistettuja tuotteita on jo markkinoilla. Esimerkiksi erilaisia ravintohiivoja on käytetty jo kauan. Suomessakin myytävä Quorn on valmistettu säiliössä kasvatetusta proteiinirikkaasta mikrobimassasta. Sekä hiivojen, että Quornin raaka-aineeksi kasvatettavan sienen ravinnoksi käytetään sokeria. Kehittyvät teknologiat mahdollistavat kuitenkin myös esimerkiksi hiilidioksidin tai metaanin käyttämisen ravinnon lähteenä. Suomalainen Solar Foods -yritys kehittää hiilidioksidin ja sähkön avulla kasvatettavaa mikrobimassaa ihmisravinnoksi ja tähtää markkinoille vuonna 2021. Tuote on laadultaan verrattavissa soijaproteiiniin, mutta tuotanto ei ole riippuvainen pelloista tai sääolosuhteista.

Eläinsoluista kasvatettavan keinolihan tuotanto on saanut paljon huomiota medioissa ja kerännyt valtavia investointeja maailmanlaajuisesti. Prosessi on kuitenkin vielä erittäin kallis ja tuotteita saataneen odottaa vielä verrattain kauan.

Kokonaisia kasvisoluja ei käytetä tällä hetkellä elintarvikkeissa, mutta kasvisoluviljelmistä valmistettuja uutteita markkinoidaan elintarvikkeiden komponenteiksi. VTT:llä tehdään aktiivisesti tutkimusta, joka tähtää kasvisoluviljelmien laajempaan käyttöön elintarvikkeina.

Edellä mainittujen tuotteiden valmistuksessa käytettäviä soluja tai mikrobeita ei ole geneettisesti muokattu. Geenitekniikka avaa kuitenkin mahdollisuuksia tuotannon tehostamiseen ja tuotteiden laadun parantamiseen. Tuotantoeliöiden muokkaamisen voi rinnastaa kasvinjalostukseen.

Geenitekniikka mahdollistaa solujen valjastamisen erilaisten proteiinien tuotantoon. Mikrobien avulla tuotettuja proteiineja on markkinoilla paljon: esimerkiksi elintarvikeprosesseissa käytettävät apuaineet (entsyymit) tuotetaan nykyisin pääosin mikrobeissa. Useat yritykset, kuten Perfect Day Foods ja Clara Foods, ovat keränneet mittavia investointeja mikrobien avulla valmistettujen muna- ja maitoproteiinien tuomiseksi markkinoille. Tuotantotehokkuuden ja -mittakaavan kasvaessa ensimmäiset tuotteet voivat olla käsillä jo aivan lähivuosina. VTT:llä munavalkuaisen proteiineja on tuotettu *Trichoderma reesei*-sienen avulla. Erittäin tehokas prosessi tuottaa jo jopa 5 grammaa proteiinia litran tilavuutta kohti. Tämä taso on lähellä kaupallisesti kannattavaa tehokkuutta.

Impossible Foods käyttää jo nyt tuotteissaan mikrobien avulla tuotettua proteiinia, jolla kasvipohjainen pihvi on saatu muistuttamaan erittäin läheisesti naudanlihaa. Valmiita tuotteita myydään yli tuhannessa ravintolassa Yhdysvalloissa.

Mahdollisuudet

Elintarvikkeiden komponenttien tuottaminen hyvin hallituissa ja suljetuissa systeemeissä on erittäin tehokasta ravinteiden, veden ja maankäytön suhteen. Tarkoin hallittu tuotantoprosessi parantaa hintojen ennakoitavuutta ja tekee tuotteesta äärimmäisen tasalaatuista. Nämä ovat tärkeitä tekijöitä elintarviketeollisuudelle. Lisäksi eläinperäisistä tuotteista luopuminen näyttäisi muodostuvan merkittäväksi kilpailueduksi. Yhdessä nämä tekijät ajavat solumaataloutta hyvin nopeaan kehitykseen.

Uuden teknologian mahdollisuudet ulottuvat kuitenkin paljon tuttujen komponenttien kestävää tuotantoa pidemmälle. Kehittyvä mallinnuskyky mahdollistaa myös proteiinien aivan uudenlaisen muokkaamisen paremmin käyttötarkoituksiinsa sopiviksi. Maitoproteiineja voidaan mahdollisesti muokata niin, että ne eivät allergisoi ja kanamunan valkuaisen proteiineja niin, että niiden vaahtoutumisominaisuudet ovat paremmat. Uudet tuotantomenetelmät eivät siis vain korvaa vanhaa, vaan mahdollistavat aivan uudenlaisten tuotteiden kehittämisen.

Kasvien kohdalla soluviljelyteknologia mahdollistaa myös hankalasti saavutettavien resurssien saamisen käyttöön. Lillukan, mesimarjan, pihlajan, koivun ja variksen marjan soluviljelmät saattavat mahdollistaa suomalaisten luonnonvarojen aivan uudenlaisen hyödyntämisen myös elintarviketeollisuudessa.

Suomi on erittäin haastava ympäristö ruoantuotannolle. Samalla täällä on korkeaa osaamista ja vahvat perinteet niin elintarviketeknologian kuin teollisen biotekniikankin aloilta. Ilmastonmuutos, ympäristön pilaantuminen ja lisääntyvä ruoan tarve aiheuttavat valtavia paineita globaalille ruoantuotannolle. Suomessa on ainutlaatuiset mahdollisuudet kehittää uusia solutehtaisiin pohjautuvia teknologioita globaaleille markkinoille.

Riskit

Uusiin tuotantotapoihin liittyy toki myös riskejä, jotka on hallittava huolellisesti. Oletettavasti suurimmat mahdolliset riskit liittyvät uusien tuotteiden allergeenisyyteen. Vaikka solutehtaissa valmistetut eläinproteiinit ovat periaatteessa identtisiä alkuperäisten proteiinien kanssa, on niiden turvallisuudessa otettava huomioon uuden tuotantoisännän mahdollisesti tuottamat allergeenit. Muokatut proteiinit voivat

ainakin teoriassa olla allergeenisiä. Mahdollisen allergeenisyyden testaaminen on oleellinen askel ennen uusien elintarvikkeiden hyväksymistä markkinoille.

Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto (EFSA) on uudistanut uuselintarvikkeita koskevaa lainsäädäntöä vuoden 2018 alusta. Lainsäädännön uuselintarvikkeilta vaatimat testit ovat kattavat ja pitävät huolen, että uudet tuotteet ovat turvallisia. Lainsäädännön olemassaolo poistaa myös epätietoisuutta uusien tuotteiden hyväksyttävyydeltä.

Toisaalta riskinä on nähtävä myös kuluttajien näkemykset. Jos biotekniikan käyttö elintarvikkeiden tuotannossa saa huonon sävyn, ei markkinoita synny ja hyvätkin teknologiat saattavat jäädä hyllyyn. Tässä aivan keskeistä on läpinäkyvä ja avoin dialogi kuluttajien, viranomaisten, teollisuuden ja tutkimusmaailman välillä.

Toimenpide-ehdotukset

1. **Lainsäädännön tuki:** Suomen tulee olla edelläkävijä ja tukea EU:ssa modernin bio- ja geenitekniikan hyödyntämistä mahdollistavaa geenitekniikkalain tulkintaa ja uudistamista. Samoin kuin kasvinjalostuksen kohdalla, geenieditoituja mikrobeja ja soluja tulee käsitellä kuten perinteisin menetelmin jalostettuja, ei GMO:na.

2. **Koulutus:** Bio- ja geenitekniikalla on merkittävä rooli ruoantuotannossa jo nyt. Alojen ymmärtämisen tulee olla vahvasti osa jo peruskoulun opetussuunnitelmaa. Teknologioiden ymmärtäminen auttaa uhkien ja mahdollisuuksien käsittelemisessä järjen eikä vain tunteen tasolla ja estää väärinymmärrysten syntymistä. Bio- ja geenitekniikka tulevat myös työllistämään yhä enemmän osaajia.

3. **Viestintä:** Eduskunnan on syytä muodostaa selvä tutkittuun tietoon perustuva näkemys geenitekniikan hyödyntämisestä, ja viestiä sitä. Läpinäkyvä ja avoin dialogi on oleellisen tärkeä osa uusien teknologioiden onnistunutta jalkauttamista yhteiskuntaan.

4. **Tutkimus ja innovaatiot:** Tutkimusresursseja tarvitaan erityisesti geenitekniikan mahdollisuuksien osoittamiseen sekä suomalaisissa olosuhteissa, että globaaleilla markkinoilla. Erityisesti huolellisten riskiarvioiden tekeminen ja innovaatioiden maaliin saattaminen vaativat varoja. Korkean teknologiaosaamisen maana Suomella on erinomaiset mahdollisuudet olla edelläkävijä ja synnyttää uutta liiketoimintaa sekä teknologiavientiä kestävästä ruoantuotannosta.