



ELINA PELTOMAA JA MARIKA TOSSAVAINEN
Helsingin yliopisto

**TULEVAISUUDEN
MIKROLEVÄT
KIERRÄTTÄVÄT
RAVINTEET
RAVINNOKSI**

Suomen oloissa keinovaloa tarvitaan vain kolmena pimeimpänä talvikuukautena, muulloin tarvittava valaistus saadaan auringosta. Toki vuodenaikojen vaihtelu aiheuttaa myös sen, että kasvatusta on tehtävä sisätiloissa, esimerkiksi suuressa kasvihuoneessa. Toisaalta valaistusolosuhteet vaikuttavat levän biokemialliseen koostumukseen, mistä johtuen luonnonvalon turvin tuotetun leväbiomassan koostumus ei ole tasalaatuista.

Myös leväkasvatusta yhdistäminen muiden ravintokasvien kasvihuoneviljelyyn on kiinnostava vaihtoehto. Tällöin leväbiomassan keräyksessä erottuva vesi voitaisiin ohjata muiden ravintokasvien kasteluvedeksi.

Levätehdas-hanke tähtää nimenomaan kaupalliseen leväkasvatukseen, ja hankkeessa tutkittavat mikrolevät ovat muita kuin jo kaupallisessa kasvatuksessa olevia leväkantoja.

Tutkimusryhmällä on oma kokoelma suomalaisista järvistä itse eristettyjä mikroleväkantoja ja ryhmä pyrkii löytämään sellaisia mikroleviä, jotka joko tuottavat tehokkaammin ja suurem-

piä määriä ravintoarvoisesti tärkeitä yhdisteitä kuin jo viljelyssä olevat leväkannat, tai tuottavat sellaisia arvoyhdisteitä, joita tällä hetkellä viljelyssä olevat mikrolevät eivät tuota.

KOSMETIIKKA JA LÄÄKETEOLLISUUS

Ravitsemuskäytön ohella hankkeessa ollaan kiinnostuneita mm. levien hyödyntämisestä kosmetiikassa. Kaupallistamisen kannalta kosmetiikka tarjoaakin nopeamman reitin kaupallistamiseen, sillä uusien levälajien ravintokäyttöön päätyminen hidastaa uuselintarvikelainsäädäntöä, joka edellyttää uusien ravinnon raaka-aineiden huolellisen arvioinnin ennen elintarvikkeen käyttöön hyväksymistä.

Näiden sovellusten ohella hankkeen tutkijat uskovat mikrolevien voivan tarjota tulevaisuudessa ratkaisuja lääketieteeseen. Jo tällä hetkellä tiedetään, että joillakin mikroleväuutteilla on mm. anti-mikrobisia vaikutuksia, mutta bioaktiivisten yhdisteiden identifioiminen toistaiseksi suurelta osin puutteellista ja vaatii lisätutkimusta.



KUKA

ELINA PELTOMAA

Helsingin yliopisto
Levätehdas -hankkeen johtaja

MARIKA TOSSAVAINEN

Helsingin yliopisto
Tutkijatohtori

Mikrolevät ovat nimensä mukaisesti mikroskooppisia yksisoluisia vedessä eläviä yhteyttäviä organismeja, eli käytännössä hyvin pieniä kasveja. Ne keijuvat vapaasti vedessä ja elävät erilaisissa vesistöissä ympäri maailmaa.

SATOJATUHANSIA LAJEJA

Mikrolevälajien tarkkaa lukumäärää ei tiedetä, mutta tämän hetken arviot liikkuvat kahdensadantuhannen ja miljoonan lajin välillä. Tieteellisesti kuvattuja lajeja on noin viisikymmentätuhatta, joista muutama tuhat on eristetty puhdasviljelmiksi, joita säilytetään tieteellisissä kantakokoelmissa. Usein sana levä yhdistetään mökkirannoiltakin tuttuun kesäiseen sinileväkintoon. Sinilevän nimi on kuitenkin harhaanjohtava, sillä kyse on syanobakteereista, ei mikrolevistä.

Mikrolevät ovat nopeakasvuisia, ne lisääntyvät jakautumalla ja voivat jopa kaksinkertaistaa biomassansa vuorokaudessa. Yhteyttämisessä syntyvien erilaisten sokereiden lisäksi mikrolevät tuottavat metaboliassaan monia arvokkaita yhdisteitä ja niiden tuottamien öljyjen soveltuvuutta esimerkiksi fossiilisen öljyn korvaajaksi on tutkittu jo useammalla vuosikymmenellä.

LEVIEN KÄYTTÖ

Maaöljy on nykyisin vielä niin halpaa, ettei leväöljyn tuotto ja käyttö biopolttoaineena ole vielä taloudellisesti kannattavaa. Mikrolevien kemiallisen koostumuksen tutkiminen on kuitenkin avannut uusia mahdollisuuksia niiden hyödyntämiseen muun muassa ihmisravintona, ravintolisinä ja eläinrehuna.

Levien käyttö tähän tarkoitukseen ei ole täysin uusi aluevaltaus, sillä Aasialaisessa ruokavaliassa monisoluisia makroleviä on käytetty

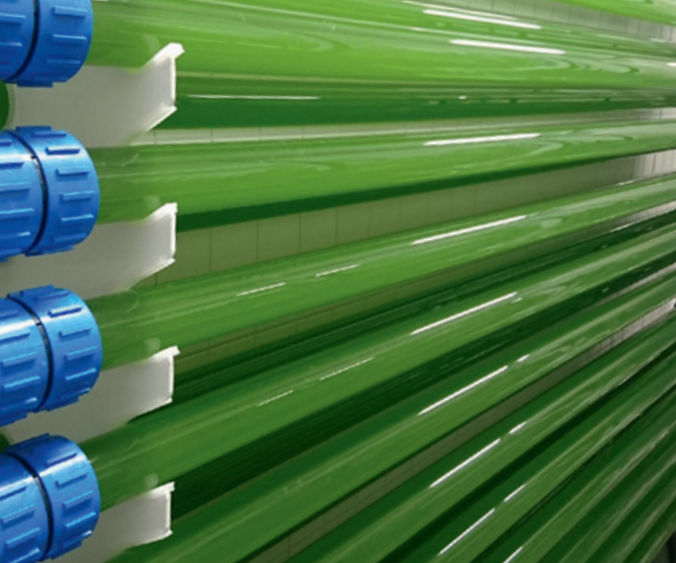
ravintona jo vuosisatojen ajan. Mikrolevistä runsasproteiinisia *Chlorella*-suvun viherleviä on saatavilla mm. luontaistuotekaupoista. Mikrolevien käyttöä puoltaa se, että niitä voidaan viljellä suljetuissa reaktoreissa, jolloin levä kasvaa nopeasti ja välttään mahdollisilta kontaminaatioilta, jotka voisivat vaikuttaa levämassan laatuun ja käyttöturvallisuuteen.

Eräitä merkittävimmistä levien tuottamista yhdisteistä ovat pitkäketjuiset monityydyttymättömät omega-3-rasvahapot (eikosapentaeenihappo, EPA ja dokosaheksaeenihappo, DHA), jotka ovat ihmisille välttämättömiä. Niitä tarvitaan mm. normaaliin sikiönkehitykseen ja niiden riittävä saanti ehkäisee esim. sydän- ja verisuonitauteja sekä dementiaa.

Ihmiskeho kykenee syntetisoimaan vain hyvin pieniä määriä näitä rasvahappoja, joten ne on saatava ravinnosta. Toistaiseksi EPA:n ja DHA:n pääasiallisia lähteitä ravinnossa ovat kala tai kalaöljyvalmisteet.

Viljellyn kalan osuus kaikesta kulutetusta kalasta kasvaa jatkuvasti, ja jo vuonna 2014 sen osuus ylitti vapaana kasvaneen, pyydetyn kalan kulutuksen. Viljellyn kalan ruokinnassa käytettävään rehuun ja kalaöljytuotteiden valmistukseen käytetään luonnonkalakantoja, mikä on johtanut ylikalastukseen ja siksi sekä elintarvike-, ravintolisä- että rehuteollisuudessa etsitäänkin parhaillaan kalan korvaavia vaihtoehtoja.

Maakasvit eivät tule kyseeseen, sillä ne eivät tuota pitkäketjuisia omega-3-rasvahappoja. Le-



Mikrolevää kasvatetaan Levätehdas-hankkeessa..

väöljyt ovat luonteva vaihtoehto kalaöljylle, sillä kalojen terveellinen rasvahappokoostumus on alkujaan peräisin juuri levistä, joista se on päätynyt kaloihin ravintoketjua pitkin. Käytännössä siis levät ovat ainoa vaihtoehto, jolla voidaan turvata pitkäketjuisten omega-3-rasvahappojen saanti, kun kalaöljyn ja rehukalan käyttöä vähennetään tai siitä luovutaan täysin.

Leväöljyt turvaavat riittävän pitkäketjuisten omega-3-rasvahappojen saannin myös kasvisruokavaliota suosiville. Moninaisten terveysvaikutustensa vuoksi pitkäketjuisten omega-3-rasvahappojen globaalit markkinat ovat merkittävät, ja niiden vuotuisen markkina-arvon onkin vuoteen 2020 mennessä arvioitu nousevan 19 miljardiin US dollariin.

LEVÄT SUOJAAVAT

Koska levät ovat yhteyttäviä organismeja, ne sisältävät vihreää yhteyttämispigmenttiä, eli klorofylliä, sekä niin sanottuja fotosynteesin apupigmenttejä ja soluja suojaavia pigmenttejä, kuten keltaisia, oransseja ja punaisia karotenoideja.

Karotenoideilla on antioksidanttisia ja immunijärjestelmää sääteleviä ominaisuuksia, ja niiden on havaittu ehkäisevän mm. syövän, tulehdussairauksien ja hermostollisten sairauksien puhkeamista. Lisäksi osa niistä on A-vitamiinin esiasteita.

Elintarvikkeissa ja esimerkiksi kosmetiikassa karotenoideja voidaan hyödyntää myös hapettumisenesto- ja väriaineina. Monien kei-

notekoisten väriaineiden haitalliset terveysvaikutukset on viime vuosina tunnustettu, ja niinpä luonnollista alkuperää olevien pigmenttien kysyntä onkin rajussa kasvussa juuri elintarviketeollisuudessa.

PROTEIINIA

Elintarvike- ja rehuteollisuuden kannalta tärkeää on myös levien proteiinipitoisuus, joka voi olla jopa 60 % solun kuivapainosta. Tämä on huomattavasti korkeampi kuin tällä hetkellä suosittujen soijan (37 %) ja maissin (14 %) proteiinipitoisuus. Lisäksi soijan ja maissin kohdalla yksi suurimmista haasteista on se, että ne ovat tuontitavaraa.

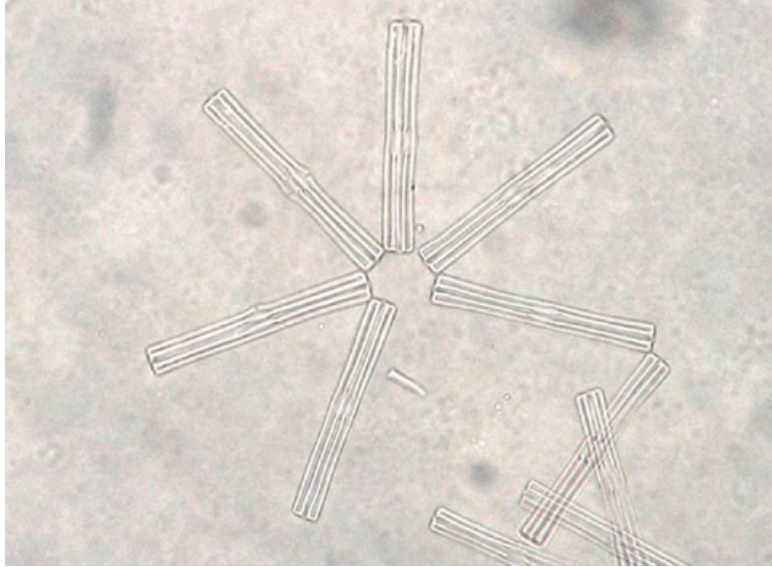
Suomen hallitusohjelmaan onkin kirjattu tavoite maamme proteiiniomavaraisuuden kasvattamisesta, millä tarkoitetaan lähinnä kotieläintuotannon täydennysproteiiniin liittyvää omavaraisuutta ja huoltovarmuutta, joka on niin Suomessa kuin koko EU:ssa hyvin alhainen.

MIKROLEVIEN KASVATUS

Yksi merkittävimmistä mikrolevien eduista on se, että ne eivät kilpaile viljelypinta-alasta muun ruuantuotannon kanssa. Siihen, tuottavatko levät aineenvaihdunnassaan öljyä vai esimerkiksi proteiineja, vaikuttavat lajin perusominaisuuksien lisäksi monet ulkoiset tekijät, kuten lämpötila, valaistus ja ravinteet.

Pienen koon vuoksi mikrolevillä on suhteellisen suuri pinta-ala - tilavuus -suhde ja siten ne

Tabellaria on yksi monista mikroleivistä.



ovat hyvin tehokkaita keräämään ravinteita elinympäristöstään. Kasvaakseen levät tarvitsevat etenkin fosforia ja typpeä, ja lisäksi useita hivenaineita ja vitamiineja.

Vaikka mikrolevät ovat pääasiassa fotoautotrofeja, eli ottavat tarvitsemansa hiilen ja ravinteet epäorgaanisessa muodossa, voidaan monia niistä kasvattaa myös orgaanisia yhdisteitä sisältävillä nestemäisillä kasvualustoilla. Tämä kasvatusta voi tapahtua joko valossa tai pimeässä.

Pimeässä orgaanisia yhdisteitä käyttäviä mikroleviä kutsutaan heterotrofisiksi, kun taas valossa orgaanisia yhdisteitä käyttävät mikrolevät ovat mikсотrofeja, sillä niiden metabolia yhdistää autotrofisia ja heterotrofisia reaktioita. Mikso- ja heterotrofiaa hyödyntämällä mikroleviä voidaan viljellä erilaisissa teollisuuden poisto-, sivuvirta- ja jätevesissä.

LEVÄT KIERRÄTTÄJINÄ

Levien viljely elintarvike- ja rehuotteisiin asettaa toki omat rajoituksensa kasvualustan koostumukselle, mutta mm. elintarviketeollisuudesta peräisin olevat huuhteluvedet ja erilaiset nestemäiset puristeet ovat turvallinen kasvualusta ravintokäyttöön tarkoitetuille leville. Näin levät kierrättävät poistovesissä olevat ravinteet ihmis- ja eläinravinnoksi ja samalla vähentävät veden puhdistustarvetta.

Toisaalta sivuvirtojen kierrätys levän kasvualustaksi pienentää leväkasvatuksen ympäristökuormitusta, sillä tällöin levän kasvatukseen ei

kulu puhdasta ja juomakelpoista makeaa vettä, eivätkä sivuvirtojen ravinteet päädy jätevedenpuhdistamolle tai rehevöittämään vesistöjä.

Leviä voidaan hyödyntää myös sellaisten jätevesien puhdistuksessa, joissa tuotettu levä ei sovellu ravinnoksi. Tällöin tuotetun leväbiomassan käyttöä voidaan harkita luomulannoitteiden raaka-aineena, elleivät puhdistetut jätevedet sisällä ympäristölle haitallisia yhdisteitä, kuten raskasmetalleja.

Ravinto-, rehu- tai lannoitekäyttöön soveltu-maton mikroleväbiomassa voidaan hyödyntää esimerkiksi biokaasuntuotannossa.

KAUPALLINEN VILJELY

Tällä hetkellä kaupallisesti viljellään noin kymmenkuntaa mikrolevälajia. Suurimmat tuottajat ovat Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa. Suomessa ei kaupallista levänkasvatusta vielä ole, mutta mikrolevien soveltuvuutta mm. ravinto- ja rehuikäyttöön tutkitaan parhaillaan Helsingin yliopistossa Business Finlandin rahoittamassa Levätehdas-hankkeessa.

Pohjoinen sijaintimme asettaa omat haasteensa mikrolevien kasvatuksen taloudelliselle kannattavuudelle, sillä esimerkiksi luonnonvalon käyttö kasvatukseen on haastavampaa kuin lähempänä päiväntasaajaa. Mikso- tai heterotrofinen kasvatusta voisi tarjota ratkaisun tähän ongelmaan, tosin toisin kuin yleensä luullaan, levät eivät välttämättä tarvitse autotrofiseen kasvuunsaakaan voimakasta valaistusta.