

Ilmastonmuutoksen ehkäisy ja hillintä bioteknologian keinoin

Tutkijat ovat nykyisin yksimielisiä siitä, että käynnissä oleva, historiallisesti katsoen hyvin nopea ilmastonmuutos on suurelta osin ihmistoiminnan aiheuttamaa. Ilmaston lämpeneminen johtuu pääosin kasvihuonekaasupäästöjen (hiilidioksidi, metaani, typen oksidit, halogenoituid hiilivedyt) lisääntymisestä ilmakehässä, mutta siihen vaikuttaa myös hiukkasmaisten ilmansaasteiden lisääntyminen.

Kasvihuonekaasupäästöjä pyritään vähentämään maailmanlaajuisesti Kioton pöytäkirjan mukaisesti. Pöytäkirjan sopimuskausi päättyy vuonna 2012, mutta uusia kansainvälisiä jatkosopimuksia työstetään parhaillaan. Ilmastonmuutoksen pysäyttämiseksi avainasemassa toimii hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli (IPCC), joka analysoi tieteellistä tietoa ilmastonmuutoksesta, sen vaikutuksista ja muutosten hillitsemismahdollisuuksista kansallista ja kansainvälistä päätöksentekoa varten.

Lämpenemisen vaikutukset vaihtelevat

Ilmastonmuutoksen hillintä ja torjunta on tällä hetkellä suurin ihmiskunnan haasteista. Maapallon ilmasto lämpenee kiihtyvällä nopeudella, nykyisin keskimäärin 0,2 oC vuosikymmenessä. Lämpeneminen on kuitenkin kaksinkertaista arktisella alueella, Skandinaviassa, Siperiassa ja Alaskassa.

Ilmastonmuutokseen liittyy ääriolosuhteiden, kuten helleaaltojen, tulvien tai kuivuusjak-

sojen yleistyminen. Suomessa sadannan ennustetaan lisääntyvän etenkin talvella, mutta toisaalta kuivuusjaksot voivat yleistyä erityisesti kasvukaudella.

Ekosysteemeihin kohdistuvia haitallisia vaikutuksia ovat muun muassa lisääntyvä tuhohyönteisten ja kasvitautien määrä, ravinteiden huuhtoutuminen ja eroosio sekä kasvava riski metsien myrskytuhoihin. Toisaalta kasvukauden pidentyminen parantaa satoja ja metsien kasvua, siirtää kasvinviljelyn rajoja pohjoisemmaksi, helpottaa monivuotisten kasvien talvehtimistä ja parantaa uusien kasvilajien viljelymahdollisuuksia.

Keskioässä kasvien hiilensitomiskyky

On selvää, että tärkein ja tehokain keino ilmastonmuutoksen torjunnassa on päästöjen voimakas ja nopea vähentäminen. Bioteknologia voi kuitenkin tarjota monia täydentäviä ratkaisuja etenkin maa- ja metsätalous- sekä energiasektoreilla. Nopeus ja tehokkuus on tärkeää, sillä ilmastonmuutoksen torjunnan lisäksi tarvitaan keinoja ravinnontuotannon tehostamiseksi. Tehtävän tekee toisaalta erittäin haastavaksi eri tekijöiden yhtäaikaisuus sekä ympäristöolojen lisääntyvät muutokset.

Kasvin kestävyyttä ääriolosuhteita, tuholaisia ja tauteja vastaan voidaan parantaa bioteknologialla entistä tarkemmin ja nopeammin. Tutkimustyön keskeisenä

tavoitteena on lisätä kasvien omien suojayhdisteiden kuten antioksidanttien tuotantoa ja oppia hyödyntämään kasvien kanssa vuorovaikutuksessa eläviä mikrobeja, jotka parantavat stressin- ja taudinsietoa.

Yhteyttyessään kasvi sitoo ilmakehän hiiltä, ja siten kasvien elinvoimaisuuden ylläpito ja parantaminen ovat merkittäviä ilmastonmuutoksen torjunnassa. Hiilen sidonnan lisäksi kasvit pilkkovat vedestä vetyä energiatuotantonsa ja vapauttavat happea ilmakehään.

Yhteytämisen eri vaiheita voidaan tutkia tarkasti bioteknologian avulla ja hyödyntää kerättyä tietoa kasvinjalostuksessa. Bioteknologialla onkin saatu uutta tietoa kasvien energiatalouden säätelystä, mikä näyttäisi olevan avainprosessi myös stressien kestävyydelle.

Nopeakasvuiset puulajit ovat tehokkaita kasvihuonekaasujen vähentämisessä, mutta niiden jalostus on hitaampaa kuin peltokasveilla. Bioteknologian avulla on koeoloissa pystytty tuottamaan tehokkaasti hiiltä sitovia metsäpuita. Hupenevaa metsäalaa niin tropiikissa kuin pohjoisella havumetsävyöhykkeellä on kuitenkin vaikea korvata edes bioteknologialla.

Maaperän on valtamerien jälkeen maapallon suurin hiilivarausto. Ilmaston lämpeneminen yhdessä eroosion ja maaperän tuhoutumisen kanssa lisää hiilidioksidin vapautumista maaperästä suhteessa sen sitoutumiseen. Maaperästä vapautuu myös typen oksideja ja metaania mikrobin toimesta.

Maaperän merkitystä hiilinieluna on ilmastokeskustelussa laiminlyöty eikä bioteknologia-kaan tarjoa toistaiseksi merkittäviä ratkaisuja ongelmaan.

Bioenergialla päästöjä vähentämään

Fossiilisten polttoainneiden korvaaminen uusiutuvalle bioenergialla on lupaavimpia, mutta myös kiistanalaisimpia keinoja ilmastonmuutoksen torjunnassa. Ympäristön kokonaisvaikutuksista ei olla varmoja, ja vaikutusten suunta riippuu suuresti maankäyttöön ja bioenergiasektoriin kohdistuvista valinnoista. Bioenergian lisääntyvä käyttö edellyttää tuotantoprosessin bioteknologisten vaihtoehtojen kehittämistä ja tehostamista biojalostamoissa.

Maatalouskasveista muun muassa ruokohelpeä, sokerijuurikasta, maissia ja kuituhampua voidaan käyttää bioenergian tuotannossa. Geneettisesti muokatuissa bioenergiakasveissa hiilen kulutus ohjataan ligniiniin sijasta selluloosaan, josta saadaan bioetanolia. Bioenergiakasvien viljelyyn voidaan periaatteessa käyttää ruoantuotantoon sopimattomia, jopa saastuneita maita, jotka samalla puhdistuvat.

Energian säästön kannalta olisi oleellista pyrkiä korvaamaan typpilannoitteet biologisella typensidonnalla. Käytännössä bioenergiakasvien viljelypaikat määräytyvät kuitenkin ilman yhteiskunnan ohjausta etenkin taloudellisin

perustein, jolloin vähätuottoisimpien maa-alueiden valjastaminen bioenergiatuotantoon voi jäädä vähäiseksi.

Uusia bioenergian tuotantotapoja kehitetään levien ja mikrobin avulla. Siinä geenitekniologiassa on merkittävä rooli. Entsyymitekniologian lisääntyvä käyttö on keskeinen ympäristön kuormitusta vähentävä kehityslinja, jolla voidaan tehostaa paitsi bioetanolin myös pesuaineiden, selluloosakuidun ja paperin tuotantoa.

Ympäristövastuu on meillä

Ilmastonmuutoksen torjunnassa on otettava käyttöön kaikki keinot, joilla kasvihuoneilmiötä voidaan hillitä. Vaikka kansainvälinen ja kansallinen ilmasto- ja energiapolitiikka määräävät suuret suuntaviivat, voi jokainen meistä karsia kulutusta ja edistää kestävää kehitystä omalta osaltaan.

Tutkimuksen tehostaminen ja koulutuksen lisääminen varhaiskasvatuksesta aikuiskoulutukseen on entistä tärkeämpää. Ympäristövastuu kuuluu meille kaikille.

**ELINA OKSANEN
KRISTIN LINDSTRÖM
KAROLINA NIEMI
JYRKI PITKÄJÄRVI**

Kirjoittajat ovat jäsenenä biotekniikan neuvottelukunnassa. Biotekniikan neuvottelukunta (www.btnk.fi) herättää keskustelua ajankohtaisista biotekniikka-aiheista. Yliösarjan aiemmat osat ilmestyivät 13.2.2009, 13.3.2009, 27.4.2009 ja 12.6.2009.