



Biotalous vuosisata

Biotekniikan neuvottelukunnan taustamuistio työ- ja elinkeinoministeriön biotaloustyöryhmälle

Biotalous käsite

Biotalous otettiin käsitteeksi käyttöön 1990-luvun lopulla. Sillä tarkoitetaan biologisiin resursseihin ja bioteknologiaan pohjautuvaa teollista toimintaa, joka tuottaa lisäarvoa esim. energiatehokkuudellaan, ympäristöystävällisyydellään tai aivan uusien tuoteominaisuuksien mahdollistajana. Lähes kaikki johtavat teollisuusmaat näkevät tulevaisuuden rakentuvan yhä suuremmassa määrin kestävästä kehityksestä ja biotalouden varaan. OECD on pohtinut biotalouden vaikutuksia ja sen tukemiseksi tarvittavia toimia (esim. <http://www.oecd.org/futures/bioeconomy/2030>). Euroopan unionin neuvosto on puolestaan tarkastellut biotalouden mahdollisuuksia mm. niin kutsutussa Colognen asiakirjassaan (http://www.europabio.org/articles/cologne_paper.pdf) ja suunnannut merkittäviä panostuksia alueen tutkimukseen.

Biotalous käsittää laajan joukon eri osa-alueita, joiden potentiaali vaihtelee. Vaatimattomimmalla tasolla biotalous liitetään biomassan, esim. metsähakkeen, polttamiseen energian tuottamiseksi. Metsähakkeen polttaminen saattaa palvella uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiselle asetettuja tavoitteita, mutta sen työllistävät ja teollisuusalojen uudistumiseen liittyvät vaikutukset ovat vaatimattomia. Matalan teknologian toiminta synnyttää matalapalkkaisia työpaikkoja paikallisesti, ja toiminnan ympäristövaikutuksista on esitetty kriittisiä näkökulmia.

Toisessa ääripäässä voidaan nähdä pitkälle kehittynyt, monipuolinen biotalous, joka tukeutuu maailman kärkeä edustavaan tutkimukseen ja edistää kestävästä kehityksestä tavoitteita. Se uudistaa kansallisella ja kansainvälisellä tasolla teollisuuden kilpailukykyä, luo uusia teollisuudenaloja ja tarjoaa korkean koulutustason hyvätuloisia työpaikkoja. Biotalous liitetään biojalostamon käsitteeseen, joka tarkoittaa biologista raaka-ainetta jalostavia, hajautetusti sijoitettuja yksiköitä. Raaka-ainelähteiden lähelle sijoitettuna ne tarjoavat merkittävän potentiaalinkin myös paikalliselle kehitykselle elvyttäen maaseudun elinkeinorakennetta ja lisäten alueiden houkuttelevuutta koulutetun työvoiman sijoittumiskohteena.

Monet alueet ja valtiot ovat huomioineet biotalouden kehittymisen omissa valinnoissaan ja strategioissaan. Suomen teollisen rakenteen perinteinen pohjautuminen puuraaka-aineeseen antaa biotalouden rakentamiselle hyvät lähtökohdat. Suomella on vahvasti osaamiseen ja korkeaan teknologiaan nojaavana yhteiskuntana luonteva rooli ja hyvät mahdollisuudet tavoitella biotalouden tarjoamia mahdollisuuksia kehityksen eturintamassa. Mahdollisuuksien toteutuminen vaatii kuitenkin kauaskatseisia politiikka- ja rahoitustoimenpiteitä ja irrottautumista lyhyen aikavälin ajattelusta.



Biotalouden eri osa-alueita

Ympäristömyönteinen bioteknologia tarjoaa biotaloudelle monia mahdollisuuksia etenkin teollisuusprosesseissa, lääketieteessä, energiantuotannossa, maa- ja metsätaloudessa sekä ympäristönsuojelussa.

1. Puunjalostusteollisuus voi edelleen laajentaa bioteknologian soveltamista. Puunjalostus tulee entistä enemmän siirtymään mikro- ja nanotasolle tuottaen esimerkiksi nanoselluloosaa, nestebiolpoltoaineita ja erilaisia kemiallisia aineita. Puusta tuotettavat bioaktiiviset aineet edesauttavat uusien ympäristöystävällisten sovellusten syntymistä.

Bioteknologiaa sovelletaan muissa teollisuusprosesseissa esimerkiksi elintarvike- ja panimoteollisuuden bioteknisissä tuotantojärjestelmissä ja bioprosessien suunnittelussa.

Teollisuusentsyymitutkimus ja -tuotanto ovat jo pitkään olleet Suomen bioteknisiä vahvuuksia. Entsyymitekniologian avulla voidaan merkittävästi vähentää ympäristön kuormitusta esimerkiksi paperin, selluloosan, bioetanolin, pesuaineiden, tekstiilien ja rehujen tuotannossa.

Kasvien ja muiden elävien organismien kykyä tuottaa monimutkaisia kemiallisia yhdisteitä voidaan hyödyntää laajalti myös terveyteen ja hyvinvointiin liittyvillä sektoreilla. Elävät solut pystyvät tuottamaan molekyyliä, joita ei kemiallisella synteesillä osata tuottaa tai joiden tuotto on epätaloudellista. Esimerkkejä ovat kasveista eristetyt bioaktiiviset molekyylit, joita käytetään ravinnonlisinä, terveysvaikutteisten elintarvikkeiden toiminnallisena komponenttina tai lääkekehityksen lähtömolekyyleinä. Suurin osa kasvien tuottamista kemiallisista yhdisteistä on vielä karakterisoimatta ja hyödyntämättä. Erityisen kiinnostavan biomolekyylien lähteen muodostavat puunjalostusteollisuuden sivuvirrat. Kasveja voidaan myös muokata tuottamaan haluttuja yhdisteitä, jolloin tuotto tapahtuu suljetuissa kasvihuoneissa tai tehdasmittakaavan bioreaktoreissa.

2. Bioteknologiaa sovelletaan energiasektorilla sekä biomassan tuotannossa että biomassan tai jätteen muuntamisessa biokaasuksi tai nestemäisiksi polttoaineiksi. Kestävä energiabiomassan tuotanto perustuu pääasiassa ravinnoksi kelpaamattomiin kasveihin. Suomessa uusiutuvina raaka-ainelähteinä toimivat muun muassa metsäteollisuuden prosessien sivutuotteet, metsähake, energiakasvit, maatalouden sivutuotteet ja jätteet.

Bioenergian tuotantotapojen valinnassa on tärkeää tarkastella hiili- ja elinkaaritaseita. Polttonesteiden tuotanto on siirtymässä toisen sukupolven biopoltoaineisiin. Myös termokemiallisen kaasutusprosessin osia voidaan tulevaisuudessa toteuttaa bioteknologialla. Bioenergian tuotannon kilpailukykyä edesauttaa sijoittuminen paperi- tai muun teollisuuden yhteyteen. Biojalostamoissa voidaan tuottaa muun muassa etanolia, orgaanisia happoja, entsyymejä ja antibiootteja. Näistä raaka-aineista voidaan edelleen jalostaa kemikaaleja, muoveja ja terveyttä edistäviä aineita.

Tulevaisuudessa suljetussa tuotannossa kasvatetut levät voivat tuottaa biodieseliä, vetyä, biokaasua tai bioetanolia. Tuotanto on edullisinta liittää hiilidioksidia tuottavan voimalaitoksen



yhteyteen, jolloin ilmastohyödyt voidaan maksimoida. Geeniteknologian keinoin voidaan parantaa levien tuottoisuutta, kasvunopeutta, öljysisäلتää tai lämpötilansietoa.

3. Kasvibioteknologialla tavoitellaan yleensä viljelykasvien ominaisuuksien parantamista tai satolisäystä. Suomalaisten viljelykasvien valikoimaa on tarpeen laajentaa myös ilmastomuutoksen vuoksi. Bioteknologian avulla pyritään muun muassa tehostamaan kasvien hiilensidontaa ja parantamaan kasvien energiatalouden ja stressinsiedon säätelyä. Kasvibioteknologiasta on hyötyä myös luonnon monimuotoisuuden suojelussa ns. geneettisten tunnistajien avulla. Samoja tietoja voidaan käyttää myös kasvinjalostuksessa. Perinteinen kasvinjalostus hyödyntääkin bioteknologiaa kasvavassa määrin.

Metsänjalostuksen tehoa ja tarkkuutta voidaan lisätä bioteknologian avulla. Solukkoviljelynä tapahtuva metsäpuiden lisäys mahdollistaisi monien edullisten ominaisuusyhdistelmien siirron käytäntöön. Muuntogeenisten puiden tutkimus on tällä hetkellä pääosin perustutkimusta puiden omien geenien toiminnasta ja siirtogeenien vaikutuksista puiden toimintaan. Puun ligniini- ja celluloseinien muokkaaminen geenitekniikan avulla on herättänyt maailmalla kiinnostusta, sillä sen avulla voitaisiin vähentää selluloosan ja paperin tuotannon ympäristöhaittoja ja kustannuksia. Muita tutkimustavoitteita ovat muun muassa puiden vedenoton ja typensidonnan tehostaminen, oksaisuuden vähentäminen sekä taudin- ja tuholaiskestävyyden lisääminen. Geenitekniikan menetelmiä hyödynnetään myös perinteisessä jalostus- tai metsänviljelyaineiston valinnassa.

Tärkeää on, että kasvibioteknologian käytön ympäristö- ja terveysvaikutukset sekä vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen eli elinkaari-vaikutukset kartoitetaan kattavasti jo tutkimusvaiheessa.

4. Puhtaan veden tuottaminen ja jätevesien tehokas käsittely ovat yhteiskunnan tärkeitä peruspalveluita. Vesien ja jätevesien puhdistus ovat tärkeitä bioprosessitekniisiä sovellusalueita. Ilmastonmuutos aiheuttaa muutoksia myös vesitaloudessa. Bioteknologisista menetelmistä on apua myös esimerkiksi maaperän puhdistuksessa ja malmien rikastusprosesseissa. Jätevesissä olevia biomassoja voi hyödyntää energiantuotannossa. Ympäristösektori on nousemassa tärkeäksi kestävä kehityksen teknologia-alueeksi.

Yllä on kuvattu vain joitakin biotalouden ja uusiutuvan biologisen materiaalin hyödyntämistapoja. Yhteisiä piirteitä kaikille osa-alueille on poikkiteknologisuus ja hyödyntäminen osana laajoja joko olemassa olevia tai kehityksessä olevia toimintakokonaisuuksia.

Biologian vuosisata?

Biologisten ilmiöiden lisääntyvä ymmärtäminen tulee olemaan yksi voimakkaimmin yhteiskuntaamme muokkaava ilmiö. Tutkimuksen tuottaman tiedon ja sen sovellusmahdollisuuksien määrä kasvaa jatkuvasti. Biologisen tutkimuksen tuottaman datan kasvunopeus on ensi kertaa ylittänyt tietotekniikan laskentatehon kasvunopeuden. On selvää, että olemme ottamassa vasta ensimmäisiä askeleita biotalouden suuntaan.