



Miljövänlig bioteknik



Miljövänlig bioteknik

Publikationer utgivna av delegationen för bioteknik 2 (2009). De ursprungliga artiklarna har publicerats på ledarsidan i tidningen Maaseudun Tulevaisuus i februari–november 2009.

Skribenterna är medlemmar av delegationen för bioteknik (BTNK):

Jyrki Pitkäljärvi, överinspektör, miljöministeriet (vice ordf.)

Kristina Lindström, universitetslektor, Helsingfors universitet

Karoliina Niemi, specialforskare, Skogsforskningsinstitutet (sekr.)

Elina Oksanen, professor, Joensuu universitet

Kimmo Pitkänen, forskningskoordinator, Institutet för molekylärmedicin i Finland FIMM (ordf.)

Niklas von Weymarn, teknologichef, Statens tekniska forskningscentral

Redigering: Karoliina Niemi, specialforskare, Skogsforskningsinstitutet (sekr.)

Lotta von Ossowski, forskare, Helsingfors universitet

Materialet får kopieras och spridas t.ex. för undervisningsändamål och andra icke-kommersiella syften, med angivande av källa. Rekommenderad källhänvisning "Publikationer utgivna av delegationen för bioteknik 2 (2009): Miljövänlig bioteknik. 2009, Helsingfors."

Publikationen är tillgänglig i elektronisk form på <http://www.btnk.fi> och den tryckta versionen kan beställas genom sekreteraren för Delegationen för bioteknik.

Delegationen för bioteknik (BTNK) som tillsätts av statsrådet är ett rådgivande sakkunnigorgan i biotekniska och gentekniska frågor.

Pärbild: TEKES bildbank och Riku Lumiaro, Miljöförvaltningens bildbank

ISBN 978-952-00-2944-9 (inbunden)

ISBN 978-952-00-2945-6 (PDF)

ISSN-L 1798-6486

ISSN 1798-6486 (inbunden)

ISSN 1798-6494 (nätpublikation)

Layout och tryck: Edita Prima Oy, Helsingfors 2009

Bästa läsare

Publikationen *Miljövänlig bioteknik* har sammanställts av en artikelserie som på initiativ av arbetsgruppen för biodiversitet inom delegationen för bioteknik publicerats i tidningen Maaseudun Tulevaisuus.

Arbetsgruppens medlemmar belyser i sina artiklar ett brett spektrum av möjligheter och potentiella dimensioner för biotekniken med avseende på jord- och skogsbruk, hållbar produktion och miljövärd.

Bioteknik ses i detta sammanhang i dess bredaste bemärkelse inklusive allt från traditionella produktionsmetoder till moderna molekylärbiologiska tekniker. Den sexdelade artikelserien handlar om biodiversitet, produktion av förnybar energi, skogsbruk, klimatförändring, utvecklingsländer och Finlands starka sidor i detta avseende.

Vi hoppas artiklarna ska ge läsaren en bra helhetsbild av nuläget och framtidsutsikterna för biotekniken. I artiklarna har vi lyft fram nya och intressanta exempel på hur biotekniska tillämpningar utgör ett allt större inslag i insatser för att lösa aktuella miljömässiga och ekonomiska utmaningar. Världen är på väg mot bioekonomin som präglas av en behovsstyrd, livscykelbaserad produktion och ansvarsfull konsumtion samt hållbart resursutnyttjande. Olika former av bioteknik kommer att spela en viktig roll i denna utveckling.

Delegationen för bioteknik som tillsätts av statsrådet är ett rådgivande sakkunnigorgan i biotekniska och gentekniska frågor. Delegationen har till uppgift att bl.a. främja samarbetet mellan de olika aktörerna inom bioteknik samt ordna aktuell och opartisk branschinformation i ett brett perspektiv och bidra till en aktiv offentlig debatt. Läs mer om delegationens syfte, sammansättning och verksamhet på vår webbplats www.btnk.fi.

De ursprungliga artiklarna har publicerats på ledarsidan i Maaseudun Tulevaisuus i februari–november 2009 och publiceras nu med tidningens medgivande som ett sammandrag. Delegationen för bioteknik är tacksam för att tidningen publicerade artikelserien och vill framföra sitt tack för det goda samarbetet under projektets gång.

Växtbioteknik till stöd för bevarandet av biologisk mångfald

Den biologiska mångfalden, biodiversiteten, utarmas världen över i en rasande fart framför allt på grund av att naturliga livsmiljöer försvinner, naturen exploateras och främmande arter introduceras. Det förbisedda problemet kräver mer energiska insatser såväl på mark- och skogsområden som i havsmiljöer. Klimatförändringen medför oanade extra belastningar för miljön.



Jouko Lehmuskallio, Miljöförvaltningens bildbank

I Finland bekämpas hoten mot den biologiska mångfalden med stöd av en strategi och ett handlingsprogram under rubriken "För naturen till nytta för människan 2006-2016". Satsningarna för att bevara den biologiska mångfalden och garantera ett hållbart uttag av naturresurser bör integreras inom ramen för olika samhällsfunktioner såsom konsumtion och råvaru- och energiproduktion.

Naturens mångfald är ett livsvillkor för människan. Växter, djur och mikroorganismer är såväl en näringskälla som en produktionsfaktor. Naturens genetiska resurser betjänar bl.a. medicinen och jord- och skogsbruket. Naturens mångfald har å andra sidan ett betydande estetiskt värde och rekreationsvärde. Många anser att miljön har ett naturligt värde i sig.

Ekosystemet är den högsta och mest komplicerade nivån av den biologiska mångfalden. Ett bra exempel är en nordlig barrskog. Ekosystemtjänster används nuförtiden som ett ekonomiskt begrepp för att sätta ett pris på ecosystems värde. Det står för naturliga resurser, processer och utnyttjandeformer, som skapar förutsättningar för människors välbefinnande och sund företagsverksamhet.

En skog producerar träråvaror, bioenergi, binder koldioxid, reglerar mikroklimat, erbjuder miljöer för levande organismer, behövs för vattenförsörjningen samt erbjuder rekreation. Mänsklighetens förmåga att utveckla bättre förståelse för ekosystemen och deras växelverkan är en nyckelfråga för ett hållbart utnyttjande av naturresurser.

Nya tillämpningar behövs

Biotekniken utnyttjar naturliga mekanismer t.ex. vid ostframställning, industriell enzymproduktion, inom medicinsk vetenskap eller växtförädling. Den moderna bioteknologin har emellertid expanderat längre än den traditionella biotekniken. Det beror på den dramatiska utvecklingen av den biotekniska vetenskapen med tillhörande metoder, som gett upphov till det i dag mest debatterade biotekniska delområdet, gentekniken.

I fråga om växtbioteknik har ambitionerna framför allt gällt resistent och högavkastande grödor. Växtbiotekniken kan utgöra en betydande resurser för bevarandet av den biologiska mångfalden, genom att till exempel identifiera så kallade genetiska markörer för arter och populationer. Botaniska trädgårdar runt om i världen använder i allt större utsträckning biotekniska metoder för inventering och kartläggning av nyttoväxter och bevarade av arter.

I framtiden verkar det sannolikt att växtbiotekniken successivt leder till ett bredare produktutbud. I nuläget är en genmodifierad växt nästan utan undantag en herbicid- och/eller insektresistent majs, soja, bomull eller raps.

Under nästa decennium väntas nya kvalitetspåverkande och hälsopåverkande gentekniska produkter komma ut på marknaden, varvid även konsumenterna bättre skulle kunna ta till sig den nya teknologin.

Å andra sidan utnyttjas biotekniken i allt högre grad även inom traditionell växtförädling.

Växtbiotekniken kan påverka den biologiska mångfalden i mycket olika riktningar beroende på tillämpningar, användningssätt och samhällliga beslut. Som exempel på ytterligheter kan nämnas omfattande industriella monokulturer och å andra sidan ett rikt urval växter för småskalig odling.

I globalt perspektiv har jordbrukets biologiska mångfald minskat i och med att jordbruket och utsädesproduktionen blivit en alltmer centraliserad och storskalig industri. Växtbiotekniken har än så länge för det mesta förstärkt denna trend, men detta är för all del inte den enda möjliga och nödvändiga utvecklingsriktningen.



Marja-Leena Nenonen, Miljöförvaltningens bildbank

Genom att använda genetiska markörer vid förädling av odlingsväxter kan man öka möjligheterna att utnyttja genbanksmaterial från redan utgångna ursprungliga växter och på detta sätt skapa en bredare genetisk bas för växtförädlingen. Detta är särskilt angeläget just nu, när växtodlingen måste anpassas till nya miljöförhållanden på grund av klimatförändringen.

Teknologi på miljöns villkor

För att man ska kunna säkerställa att de nya tillämpningarna inte medför betydande risker för den biologiska mångfalden är det viktigt att en vetenskaplig analys av växtbioteknikens inverkan på miljö och hälsa följer utvecklingsarbetet ända från början. För konsekvensanalysen behövs en noggrann specificering av riskfaktorerna för att man ska kunna fastställa de rätta riskhanteringsåtgärderna. Det är nödvändigt att få i gång en dialog mellan jordbrukare, forskare, företag, myndigheter och medborgare om det komplexa sambandet mellan biotekniken och den biologiska mångfalden.

Det är nödvändigt att den ökande produktionen av livsmedel och biomassa för energi organiseras på ett sätt som inte decimerar jordens allt knappare värdefulla naturresurser. Tillväxtekonomiernas befolkningsökning och stigande levnadsstandard överbelastar jordbrukets ekosystem och skapar extrema belastningar där det är mer eller mindre omöjligt att bevara den biologiska mångfalden och säkra ett hållbart resursutnyttjande.

I industriländerna medför kraven på ökad användning av bioenergi större konkurrens om markanvändningen. En miljövänlig effektivisering av jordbruket kan bidra till att bromsa markanvändningsförändringar som är ogynnsamma för kolbalansen och medverka till att trygga biologisk mångfald. Den biotekniska forskningen studerar t.ex. vilka möjligheter det finns att öka växternas förmåga att binda kol.

De viktigaste faktorerna som belastar utvecklingsländernas jordbruksproduktion är att odlingsmarken lider av vattenbrist, saltöverskott och utarmning. Jordbruket står för upp till 70–85 procent av allt förbrukat sötvatten. Förädlingen av traditionella eller modifierade växtsorter anpassade för utvecklingsländernas förhållanden har hittills inte avancerat i önskad takt.

Det är viktigt att avkastande och tåliga sorter görs tillgängliga för fattigare länders jordbrukare. Tillgängligheten i sig är inte nog, eftersom det också behövs fördelaktiga växtförhållanden för större skördar av bättre kvalitet. Avancerad bioteknik borde spela en större roll även inom utvecklingen av diversifierade former av samodling och växelbruk.

Det behövs utökade forskningsresurser för utveckling av växtbiotekniska tillämpningar såväl i industriländerna som i utvecklingsländerna. Olika nationer och olika regioner har sinsemellan olikartade behov och mål som tydligare bör identifieras i strategier för utveckling av olika teknologier. Det är viktigt att medborgarna får öppen och demokratisk information och att den enskilde medborgaren kan göra sin röst hörd. Växtbioteknik som tillämpas ansvarsfullt kan gagna såväl konsumenter som näringsliv och miljö.

Jyrki Pitkjärvi

Förnybar energi med bioteknik

Världens samlade energiförbrukning utgör i dag över 10 miljarder ton oljeekvivalenter, men de regionala skillnaderna är enorma. Enligt den internationella energiorganisationen IEA:s prognoser kommer energiförbrukningen att öka med 50 procent fram till 2030.

Rapporten från Världsekonometiskt Forum som nyligen sammanträdde i Davos kräver att investeringarna i rena energiformer tredubblas, för att de oundvikliga klimatförändringarna ska kunna begränsas till en uthärdlig nivå. Detta innebär en årlig satsning på mer än 500 miljarder US-dollar under de närmaste decennierna.

Världen håller på att få upp ögonen för att den ekonomiska utvecklingen hädanefter måste baseras på en hållbar användning av naturresurser. Genom att investera i klimatvänlig energi kan man också skapa åtskilliga "gröna arbetstillfällen", som Förenta Nationerna efterlyst. Olika energiformers ekonomiska konkurrenskraft kommer ännu länge att korrelera med prisutvecklingen på olja, stenkol och naturgas. Inom EU påverkas investeringsviljan också av priserna på utsläppsrätter.

När det gäller förnybara energiformer vänder sig blickarna mot sol-, vind- och vattenkraft samt geotermisk energi och mot bioenergi som skulle kunna utvecklas ytterligare med hjälp av avancerad bioteknik. Biotekniska tillämpningar kan utnyttjas särskilt inom biomassaproduktion och vid utvinning av biogas eller flytande bränsle ur biomassa eller avfall. Avancerad bioteknik kan i framtiden också komma till användning i bränsleceller.

Odling av energigrödor har inte bara väckt entusiasm utan också kritik närmast ur ett hållbarhetsperspektiv. Kritikerna visar grönt ljus endast för bioenergiprocesser med fördelaktig effekt på kolbalansen. Bioenergiproduktionens kostnader och lönsamhet bör därför analyseras över hela livscykeln.

Dagens marknad för energigrödor domineras av sockerrör, majs, raps och oljepalm, men ambitionen är att i allt högre grad prioritera växter som är otjänliga som föda. Exempel på exotiska växter av detta slag är jatropha och agave. Utsikterna att omvandla alger och mikrober till energi har också väckt intresse i breda kretsar.



Marja-Leena Nenonen, Miljöförvaltningens bildbank

Biobränslen på ett mer effektivt sätt

Världen kommer ännu länge att vara beroende av flytande bränslen, vilket har gynnat utvecklingen av flytande biobränslen. För närvarande produceras främst första generationens biobränslen som bygger på en relativt enkel teknologi. Bioetanol (51 miljarder liter år 2006) utvinns t.ex. i Brasilien ur sockerrör och i USA ur majs. Den största producenten av biodiesel ur oljeväxter såsom raps, soja, solros och oljepalm är Tyskland (2,3 miljarder liter).

Att produktionen av energigrödor konkurrerar med livsmedelsförsörjningen är en hotbild som väckt stor debatt. Det föreligger risk för att alltför

stora arealer används för produktion av biobränslen. Till exempel i tropikerna har områden av stort värde p.g.a. sin biologiska mångfald röjts och tagits i anspråk för produktion av biomassa.

Andra generationens biobränslen baserar sig på växtdelar som är otjänliga som föda och på mer avancerad teknologi som visserligen ännu inte utnyttjas i större skala. Med sådana bränslen uppnås bättre klimatvinster. Inom produktionen av biomassa kan man också utnyttja impediment och organiskt avfall av olika slag.

Därigenom sjunker råvarukostnaderna, men å andra sidan ökar investeringskostnaderna på grund av mer avancerad teknik. För andra generationens biobränslen finns det två huvudsakliga produktionsmetoder, nämligen en biokemisk process producerar celluloasetanol på bioteknisk väg och en termokemisk process som producerar bl.a. metanol med hjälp av förgasning. Delar av denna process skulle kunna genomföras med hjälp av bioteknik, även om många tekniska detaljer ännu är olösta.

Effektiv bevattning och bättre växtsorter kan fördubbla produktionspotentialen för första generationens bioenergi. Detta är tyvärr inte möjligt överallt. En motsvarande tillväxt skulle kunna skapas om man övergick till bioenergiprodukter av andra generationen. Andra generationens anläggningar kommer av många ekonomiska skäl att vara betydligt större än första generationens anläggningar.



VTT, Bildbank

Lokaliseringen av anläggningar kan begränsas av det faktum att det behövs 1000–4000 liter vatten för att producera en liter bioetanol. I anslutning till pappersbruk eller andra befintliga industrier kan produktionsprocessen göras betydligt mer konkurrenskraftig. Lönsamheten kan dessutom påverkas genom effektivare förbränning av flytande bränslen.

Alger och mikrober för energiproduktion

En intressant utvecklingspotential hänför sig till alger som kan användas för att producera biodiesel men också väte, biogas och bioetanol. Det finns redan ett antal sådana pilotanläggningar i drift i världen. Fördelar med denna teknologi är hög produktivitet, produktion året runt och mindre vattenbehov, möjligheten att nyttiggöra impediment samt ansluta produktionen till ett koldioxidstrande kraftverk med åtföljande klimatvinster.

Teknologin är fortfarande dyr och behovet av fortsatt utveckling stort samtidigt som anläggningarna kräver stort utrymme. Nya algsorter testas i stor skala ute i världen. Även med genteknik vore det möjligt att förbättra algernas avkastning, tillväxthastighet, oljeinnehåll och temperaturrestans.

Med tanke på småskalig energiproduktion med decentraliserade biokraftverk kan biogasproduktion vara ett beaktansvärt och ekonomiskt alternativ. I denna biotekniska tillämpning utvinns metan och koldioxid med hjälp av anaeroba bakterier, dvs. bakterier som lever i syrefattiga miljöer. Metoden kan utnyttja en mångfald av råvaror.

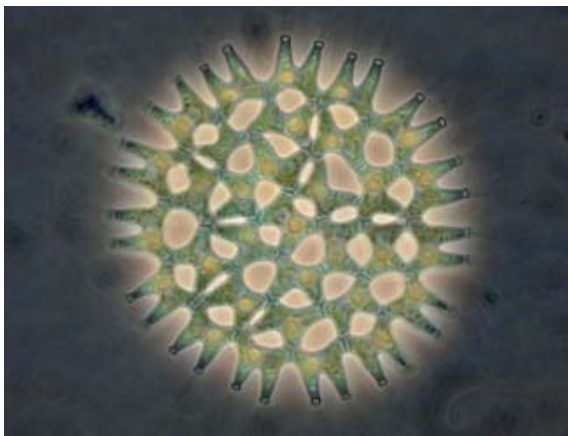
Biogas produceras redan nu, t.ex. i anslutning till soptippar, rötningsanläggningar inom jordbruket eller i fristående enheter. Tekniken används i stor utsträckning även i utvecklingsländer som Indien, Kina och Nepal. Konkurrenskraften även hos detta alternativ kan förbättras med hjälp av effektivare bakterier.

Finland har goda utvecklingsutsikter

Vilka utmaningar och möjligheter kommer Finland att möta i fråga om energiförbrukning och bioenergiproduktion?

Hösten 2008 fastställde statsrådet ett strategiskt mål om att begränsa Finlands slutförbrukning av energi till 310 terawattimmar fram till år 2020. Målet är att skära ned förbrukningen ytterligare därifrån med en tredjedel fram till år 2050. Energiförbrukningen borde med andra ord nu vända nedåt.

Målet är att andelen förnybar energi ska stiga



Rajja Jokipii, Miljöförvaltningens bildbank

från nuvarande 29 procent till 38 procent fram till 2020 motsvarande drygt 30 TWh enligt det åtagande EU-kommissionen föreslagit för Finlands del.

I Finland tas bl.a. biprodukter från skogsindustrins processer, skogsbränsle, energigrödor, biprodukter från jordbruket och avfall till vara som förnybara råvaror. Vilken andel de olika produktionsformerna kommer att få beror i hög grad på hur Finland väljer att stimulera satsningar på förnybar energi under de närmaste åren.

Vår avancerade forskning och undervisning i bioteknik erbjuder goda utsikter att främja en hållbar och framsynt energipolitik i Finland.

Jyrki Pitkälä
Niklas von Weymarn

Artikel på ledarsidan
27.4.2009,
Maaseudun
Tulevaisuus



Jouko Lehto, Skogsforskningsinstitutet

Nya och lönsamma hållbara skogsprodukter med hjälp av bioteknik

Skogsindustrin tillämpar två huvudsakliga former av träförädling. Trävaror för byggändamål och i möbler är en fortsatt viktig värdekedja. Den andra stora förädlingsformen handlar om defibrering av trä till pappersmassa i en mekanisk eller kemisk process och vidare till huvudsakligen papper och kartong.

Stark omstrukturering pågår

Träförädlingsindustrin befinner sig än en gång i en omvandlingsprocess. Träförädlingen är alltmer på väg åt det småskaliga hållet där råvaran bearbetas i mikro- och nanoformat. Industrin och forskningsinstitutet satsar på att utveckla nanocellulosa, flytande biobränslen och andra kemiska molekyler. Även produktionen av biomassa för energi får större betydelse.

Finlands nationella skogsprogram 2015 har som mål att öka medborgarnas välbefinnande genom en mångsidig användning av skog enligt principerna om hållbar utveckling. Programmet talar för starka satsningar på forskning och utveckling av skogs- och träbaserade produkter.

Målet är att skapa förutsättningar för vidareutveckling av träförädlingsindustrin, trygga skogarnas biologiska mångfald och andra användningsformer samt bromsa klimatförändringen. Det är möjligt att med hållbara metoder höja virkesproduktionens volym från nuvarande nivå och förbättra kvaliteten ytterligare.

Skogsindustrin i Finland och relaterade forskningsinstitut samt universiteten har reagerat på förändringskraven genom att öka och centralisera sina forskningsinsatser. År 2007 inrättades skogsklustret Metsäklusteri Oy (www.forestcluster.fi) för att samordna verksamheten. Företaget är samtidigt landets första kompetenskluster eller Strategiska centrum för vetenskap, teknologi och innovation (förk. SHOK på finska).

Bioetanol och nya miljövänliga produkter

I Finland har bioteknik utnyttjats för träförädling sedan 1866 då förbudet mot hembränning ledde till en viss industrialisering av spritframställningen. Nu är det åter aktuella att framställa sprit ur vedbiomassa, nämligen bioetanol (sprit som kan användas som trafikbränsle). I bioetanolprocessen omvandlas flis eller spån först till sockerlösning med hjälp av cellulosaspjälkande enzym.

Socket kan genom jäsnings omvandlas till bland annat etanol, organiska syror, enzymer och antibiotika. Dessa ämnen kan vidareförädlas till kemikalier, plaster och hälsofrämjande ämnen.

Jäsningsprocesserna står i linje med hållbar utveckling, eftersom de bygger på förnybara råvaror och vanligen äger rum i vattenlösning och låga temperaturer. Industriella enzymer används i tvättmedel och vid framställning av sötningsmedel samt inom träförädlingsindustrin för att minska energibehovet inom mekanisk defibrering och för blekning av kemisk massa i syfte att minska användningen av skadliga kemikalier.

Enzymforskningen kommer även i fortsättningen att stå i fokus. Användning av enzym för bearbetning av olika biomassamaterial, till exempel cellulosafiber, bereder väg för nya funktionella produkter såsom fiberbaserade vattenavvisande förpackningsmaterial.

Med hjälp av enzym kan man också påverka hållfastheten hos ett färdigt pappersark, vilket minskar behovet av fibermassa och samtidigt förbättrar papperets återvinningsegenskaper. I bägge fallen spar man både värdefulla naturresurser och reda pengar.

Effektivare och mer exakt skogsförädling

Det nationella skogsprogrammet lyfter fram programmet Skogsförädling 2050 där biotekniken ingår som ett led i skogsförädlingen. Förökning av skogsträd genom bioteknisk vävnadskultur skulle möjliggöra direktöverföring av många fördelaktiga egenskaper.

Tekniken är redan känd, men utvecklingen av metoderna t.ex. för att omfatta gran och tall begränsas av att vävnadskultur lyckas bara med mycket ungt material. Forskningen i genmodifierade träarter är för närvarande närmast grundforskning i trädens egna genetiska funktioner och hur träden påverkas av transgener. Forskningen i Finland inriktas både på genmodifierad hybridasp och på björk.

Utsikterna att modifiera trädets ligninstruktur på genteknisk väg har väckt intresse, eftersom detta skulle göra det möjligt att minska cellulosa- och pappersproduktionens miljöbelastningar och kostnader. Å andra sidan är det nödvändigt att noga undersöka effekterna på trädets tillväxt och ekologiska samspel.

Som andra forskningsändamål kan nämnas trädens effektivare vattenupptag och effektivare kvävebindning, mindre kvistighet samt ökad resistens



Jouko Lehto, Skogsforskningsinstitutet

mot sjukdomar och skadeinsekter. Tills vidare finns bara två kommersiellt odlade modifierade träddarter i världen, virusresistent papaya i USA och herbicidresistent poppel i Kina.

Genteknik kan å andra sidan utnyttjas också traditionellt för urval av material för förädling eller skogsbruk. I en genkarta över trädets arvs massa kan man finna biokemiska markörer, som kan bidra till effektivare urvalsförädling exempelvis i fråga om virkesegenskaper.

Utnyttja de bioaktiva ämnena i trävaran effektivare

Biotekniken hjälper oss också att förstå hur trädets byggstenar, olika molekyler och polymerer kommit till under trädets tillväxtprocess. Egenskaperna hos träfibrerna och andra komponenter kan modifieras i önskad riktning och även tillväxttakten kan regleras.

Efter hand som man får veta mer om vedens kemiska sammansättning blir det möjligt att extrahera trädspecifika bioaktiva skyddsämnen och använda dem i många slags miljövänliga tillämpningar.

Särskilt intressant är potentialen för så kallade sekundära föreningar såsom flavonoider, fenolsyror och tanniner, som många trädslag producerar i stora mängder, upp till 10–20 procent av sin torr vikt. Exempelvis tanniner ger trädet skydd mot skadliga bakterier, svamp, virus, skadeinsekter och växtätande däggdjur.

Tanniner och andra bioaktiva ämnen kan sannolikt också utnyttjas i ekologiska bekämpningsmedel, till exempel mot sorkskador och som beståndsdel i olika slags träskyddsmedel. Genom att byta ut tungmetallhaltiga träskyddsmedel mot nya miljövänliga produkter kan man minska den kemiska föroreningen av miljön.

Bioteknikens betydelse för de skogliga värdekedjorna håller alltså på att öka. Det centrala är dock att inse vikten av samarbete mellan olika teknologier när hållbara produktionsmetoder utvecklas. Biotekniken behöver kemin och vice versa.

Nya konkurrenskraftiga processer och förbättrad konkurrenskraft för befintliga processer förutsätter riktiga ekonomiska vägval, men också hänsyn till andra aspekter på hållbar utveckling.

Bevarandet av den biologiska mångfalden och minimeringen av utsläppen av växt-husgaser och avloppsvatten styr utvecklingen även i framtiden.

Niklas von Weymarn
Karoliina Niemi
Elina Oksanen

Biotekniken till hjälp för utvecklingsländerna

Utvecklingsländernas problem lyftes fram 2008 i samband med den globala livsmedelskrisen. Livsmedelspriserna steg varvid FN:s millenniemål, att halvera fattigdomen i världen till år 2015, drog sig längre bort i framtiden.

Samtidigt skärpte klimatförändringen sitt grepp. Torka var ett gissel på många håll, och markförstöringen fortgick till följd av urbanisering, svedjebränning, överbetning och erosion.

Lennart Båge, president för IFAD (International Fund for Agricultural Development) sade under sitt besök i Finland hösten 2008 att det bara är småbrukarna som kan rädda världen från en ekokatastrof. De behöver stöd för att bekämpa klimathotet och deras försörjning bör stärkas för en ökad livsmedelsproduktion. Är det möjligt att med hjälp av bioteknik stödja de småskaliga jordbruket och den vägen finna lösningar på världens hungersnöd och miljöproblem?



Kristina Lindström, Helsingfors universitet

Bioteknik i det vardagliga livet

I många afrikanska och asiatiska länder ingår biotekniska element i tillredningen av traditionell mat. Olika jäsningsprocesser ger livsmedlen längre hållbarhet och högre näringsvärde. Matlagningsmetoderna har utvecklats över en lång tid, och med tilltagande urbanisering är det viktigt att man värnar om mattraditionerna. Multinationella snabbmatskedjor som etablerar sig i utvecklingsländer kan försämra befolkningens näringstillförsel.

Bristen på vatten är ett av de största problemen i utvecklingsländerna. På bioteknisk väg kan avloppsvatten renas för att hindra spridning av sjukdomar. Biologisk avloppsrening ger bevattningsvatten av hygieniskt god kvalitet.

Biogasproduktion ur avloppsslam ger bättre utnyttjandegrad av organiskt material och genererar energi till matlagning och slam till markförbättring. Kreatursspilling kan i sin tur användas som gödsel; i nuläget är fattiga småbrukare tvungna att sälja spillningen till städerna som bränsle.

Vad borde småbrukarna odla?

Traditionell vegetarisk mat innehåller olika bönor och andra baljväxter som proteinkälla. Baljväxter kan i symbios med vissa markbakterier binda kväve ur atmosfären i en form som växterna kan tillgodogöra sig. Odling av baljväxter sparar gödsmedel och energi samtidigt som jorden blir bördigare.

Dessa bakterier kan redan odlas i laboratorier och göras kommersiellt tillgängliga för jordbrukarna. Även andra växtstimulerande mikroorganismer kan utnyttjas på olika sätt, till exempel mykorrhizasvampar som förbättrar växternas näringsupptag och sjukdoms-resistens.

Inom det s.k. skogsjordbruket används ärtväxtträd som är lämpade för byggändamål och som bränsle. Förutom av den beryktade oljepalmen framställs biobränslen i allt större utsträckning av jatropha och pongamia, som växer i torrt och hett klimat och är resistent mot flera skadeinsekter.

Genteknik kan begränsa föroreningar

Gentekniken har väckt förhoppningar om en lösning på utvecklingsländernas problem. Utvecklingsländerna behöver framför allt torkresistenta grödor. Kartläggningen av såväl odlingsväxters som vilda växters gener på bioteknisk väg har som främsta mål att finna egenskaper som torkresistens och salttålighet.

Biotekniska metoder väntas också kunna vara till nytta vid bekämpning av svåra växtsjukdomar, såsom svartrost hos vete.

Över hälften av all majs som odlas i världen är genetiskt modifierad för att vara resistent mot glyfosat som är ett vanligt ogräsbekämpningsmedel. Majs, soja och bomull är genändrade så att man infört *Bt*-genen från markbakterien *Bacillus thuringiensis* som producerar ett protein som är selektivt giftigt för vissa skadeinsekters larver, men inte för människan. Odling av *Bt*-bomull minskar odlarnas exponering för giftiga kemikalier.

Bt biter emellertid bara på vissa skadeinsekter och kan ge upphov till resistentastammar. Samma farhågor gäller ifall om, det av den kinesiska staten uppbackade, gm-riset som är resistent mot en enda skadeinsekt kommer ut på marknaden.

Forskare har därför varnat för att de problem som beror på användningen av monokulturer och bekämpningsmedel med brett spektrum inte går att lösa med genändrad växtsorter som är resistent mot en enda skadeinsektsart. Som lösning föreslås därför en "ekologisk manipulation" med hjälp av biologisk mångfald, dvs. blandad odling, där skörden tryggas av att växtsorterna är resistentast på olika sätt mot olika skadeinsekter.

Effektivare hälsovård

Biotekniken öppnar nya lovande perspektiv för hälsovården i utvecklingsländerna. I genmodifierade växter kan man producera vacciner mot diarré, kolera och hepatit samt mot virussjukdomar hos fjäderfä.

Fastän det redan nu är möjligt att i laboratorieförhållanden framställa olika slags farmaceutiska substanser i växter, behövs ytterligare forskning och fortsatta förbättringar för ökad produktivitet, jämgod kvalitet, hållbarhet och processtekniska förbättringar. Dessutom är det nödvändigt att analysera eventuella miljörisiker.

En stor del av u-ländernas befolkning lider av järnbrist. I framtiden kunde tillgången på järn förbättras med hjälp av genändrat ris. Genom att överföra ferritiner med hjälp av genteknik från böror till ris har man kunnat fördubbla riskornets järninnehåll. Man har också lyckats överföra en fytasgen som gör att risets järn upptas effektivare.

Att på bioteknisk väg skapa växter med idealiska egenskaper är emellertid omständligt och tidskrävande. För 10 år sedan utvecklade professor Ingo Potrykus betakarotenberikat ris tillsammans med sitt forskarteam och en företagspartner. Betakaroten omvandlas i kroppen till A-vitamin, och brist på A-vitamin är vanlig hos människor som ensidigt äter ris.

Trots att projektet lyckades rent tekniskt är "det gyllene riset" ännu inte tillgängligt i handeln på grund av patent- och licenshinder.

Gentekniken är en god dräng

Biotekniken erbjuder flera metoder för att studera naturen och kartlägga arvsmassa, men är ingen genväg när det gäller att rädda utvecklingsländernas natur eller befolkning. För att lösa utvecklingsländernas problem måste man utgå från de småskaliga jordbrukens behov, återställa markens bördighet och dra nytta av och bevara den biologiska mångfalden.

Tillväxtekonomierna och utvecklingsländerna behöver egen produktutveckling och system för att skydda sina immateriella rättigheter, och industriländerna bör inte försöka sälja sina egna produkter och koncept till utvecklingsländer. Det behövs forsknings- och utvecklingssamarbete som bygger på partnerskap. Frågor om biosäkerhet, t.ex. hur man ska bevara den biologiska mångfalden, har hög prioritet på FN:s livsmedels- och jordbruks-

organisations FAO:s agenda. Det behövs också social anpassning för att folk ska ta till sig biotekniska innovationer, och projekt som bygger på traditionella metoder har de bästa utsikterna att lyckas.

Kristina Lindström
Elina Oksanen



Att förebygga och bromsa klimatförändringen på bioteknisk väg

Forskare är numera eniga om att den pågående, i historiskt perspektiv mycket snabba klimatförändringen till stora delar är framkallad av mänsklig verksamhet. Klimatuppvärmningen beror främst på ökade utsläpp av växthusgaser (koldioxid, metan, kväveoxider, halogenerade kolväten) i atmosfären, men påverkas även av luftföroreningar i partikelform.



Michigan Technological University

Kyotoprotokollet är ett avtal om insatser för att försöka begränsa de globala utsläppen av växthusgaser. Protokollets första åtagandeperiod löper ut 2012, men som bäst formuleras nya internationella förlängningsavtal. Ett nyckelorgan i arbetet för att bromsa klimatförändringen är FN:s klimatpanel (IPCC) stater emellan, som analyserar vetenskapliga data om klimatförändringen, dess konsekvenser och möjligheterna att bromsa förändringarna som underlag för nationellt och internationellt beslutsfattande.

Varierande effekter av varmare klimat

Att begränsa och bekämpa klimatförändringarna är för tillfället mänsklighetens största utmaning. Uppvärmningen av jordens klimat accelererar och utgör numera i genomsnitt 0,2 °C på ett decennium. Klimatuppvärmningen är dock dubbelt så snabb i den arktiska zonen, i Skandinavien, Sibirien och Alaska.

Till klimatförändringen hör att extrema väderfenomen såsom värmeböljor, översvämningar och torka blir vanligare. Finland kommer enligt prognoserna att få ökad nederbörd särskilt vintertid, men å andra sidan kan torrperioder bli vanligare särskilt under odlings-såsongen.

Skadeverkningar på ekosystem är bland annat ökad förekomst av skadedjur och växtsjukdomar, utlakning av näringsämnen och erosion samt ökad risk för stormskador på skogar. Å andra sidan innebär en längre odlings-säsong större skördar och ökad skogstillväxt. Odlingszonernas gränser flyttar längre norrut, övervintringen av fleråriga växter underlättas och det blir bättre förutsättningar för att odla nya växtarter.

Växternas kolbindande förmåga i fokus

Det står klart att en radikal och snabb nedskärning av utsläppen är det främsta och effektivaste sättet att bromsa klimatförändringen. Biotekniken kan emellertid erbjuda många kompletterande lösningar särskilt inom jord- och skogsbruket samt energisektorn. Snabbhet och effektivitet är viktigt, eftersom det inte räcker med att bromsa klimatförändringen utan livsmedelsförsörjningen måste också bli effektivare. Det är å andra sidan en mycket krävande uppgift eftersom faktorerna är samtidiga och klimateffekterna accelererande.



VTI/bildbank

Växters förmåga att uthärda extrema klimatförhållanden, skadedjur och sjukdomar kan förbättras snabbare och effektivare med hjälp av bioteknik. Ett centralt mål för forskningsarbetet är att öka växternas egen produktion av skyddande substanser såsom antioxidanter och lära sig att utnyttja mikrober som lever i symbios med växter, och som ger bättre motståndskraft mot påfrestningar och sjukdomar.

Växter binder kol ur atmosfären genom fotosyntes, och arbetet för att bevara och förbättra växters livskraft är en förutsättning för att människan ska kunna bromsa klimatförändringen. Förutom att växterna i sin fotosyntes binder koldioxid spjälkar processen också väte ur vatten och frigör syre i atmosfären.

Fotosyntesens olika stadier kan analyseras i detalj med hjälp av bioteknik och informationen kan användas inom växtförädlingen. Biotekniken har gett ny kunskap om växternas energihushållning och hur den regleras, vilket förefaller vara en nyckelprocess också för stresståligheten.

Snabbväxande trädslag är effektiva i kampen mot växthusgaser, men förädlingen är ofta långsammare än hos åkergrödor. Med hjälp av bioteknik har man i försöksmiljöer kunnat producera skogsträd som effektivt binder kol. Det är dock svårt att ens med bioteknik kompensera de krympande skogsarealerna såväl i tropikerna som i det boreala barrskogsbeltet.

Marken är den största kolreserven i världen näst efter oceanerna. Klimatuppvärmningen i kombination med erosion och markförstöring gör att marken frigör mer koldioxid än den binder. Ur marken frigörs också kväveoxider och metan genom mikrobiella proces-

ser. Markens funktion som kolsänka har blivit förbisedd i klimatdebatten och biotekniken erbjuder än så länge inga relevanta lösningar på problemet.

Mindre utsläpp med bioenergi

Att byta ut fossila bränslen mot förnybar bioenergi är en av de mest lovande, men också mest ifrågasatta sätten att bekämpa klimatförändringarna. Det är omöjligt att beräkna den samlade miljöpåverkan, och de enskilda miljöeffekterna varierar i hög grad beroende på de val som görs med avseende på markanvändning och bioenergitillämpningar. En ökad användning av bioenergi förutsätter att alternativa bioteknikbaserade produktionsprocesser utvecklas och effektiviseras i bioraffinaderier.

Av jordbruksgrödor kan bland annat rörflen, sockerbeta, majs och fiberhampa användas för bioenergiändamål. I genetiskt modifierade bioenergrödor styrs kolförbrukningen inte till ligninet utan i stället till cellulosan, ur vilken man kan utvinna bioetanol. För odling av bioenergrödor kan man i princip använda mark som är otjänlig för livsmedelsproduktion, rentav förorenad mark som samtidigt renas.

Ur energisparsynvinkel vore det angeläget att försöka ersätta kvävegödselmedel med biologisk kvävebindning. I praktiken bestäms odlingsplatserna för bioenergrödor ändå utan samhällelig styrning efter ekonomiska kriterier, varvid det kan bli ganska små arealer av lågavkastande markområden som tas i anspråk för bioenergiproduktion.

Ny bioenergiteknik utvecklas med hjälp av alger och mikrober. Där spelar gentekniken en viktig roll. En ökad tillämpning av enzymteknik står i fokus när det gäller att minska miljöbelastningarna genom effektivare produktion av inte bara bioetanol, utan också tvättmedel, cellulosafiber och papper.

Ansvar för miljön är allas

Det gäller att bekämpa klimatförändringen med alla medel som står till buds för att begränsa växthuseffekten. Trots att den internationella och nationella klimat- och energipolitiken drar upp de stora riktlinjerna, kan var och en av oss skära ned på konsumtionen och för egen del bidra till en mer hållbar utveckling. Effektivare forskning och ökad utbildning från forskolepedagogik till vuxenutbildning blir allt viktigare. Vi bär alla ansvar för miljön.

Elina Oksanen
Kristina Lindström
Karoliina Niemi
Jyrki Pitkälä

Finland gör klokt i att satsa på bioteknik

Biotekniken har långa traditioner i Finland, inom skogs-, livsmedels- och läkemedelsindustrin. Tillväxtsektorer är till exempel produktion av förnybar energi och bioteknisk växtförädling. Finlands stora naturresurser och landets höga utbildningsnivå och avancerade forskning befämjar ett ökat utnyttjande av bioteknik. Satsningarna kan ge åtskilliga nya arbetstillfällen i sektorn.

På väg mot bioekonomin

Bioteknik förknippas numera med begreppet bioekonomi, som innebär att bioteknik och biologiska råvaror utnyttjas i stor skala för produktion av varor och i olika stadier av produktionsprocesserna. Den biologiska råvaran skulle exempelvis förädlas i så kallade bioraffinaderier som levererar ett brett urval material för konsumtion eller för industriell vidareförädling. Inom många samhällssektorer används biologisk information och kunskap som underlag och stöd för beslutsprocesser.

Resurser allokeras i allt högre grad utgående från samhälleliga mål. Numera avgörs produktutvecklingsinriktningen inte enbart av vad man förmår göra, utan den beror i stället på vilka produkter och produktionskoncept som behövs.

Vikten av ett hållbart utnyttjande och bevarande av den biologiska mångfalden inses såväl ur näringslivets som ur det mänskliga välbefinnandets perspektiv. Produktionsbeslut baseras på omfattande livscykelanalyser. Exempel på övergång till behovs- och efterfrågastyrd ekonomi är ökad användning av biobränslen och åtgärder för att begränsa klimatförändringen.

Avancerade biovetenskaper

Den moderna bioteknologin har expanderat enormt från den traditionella biotekniken. I dag används avancerad bioteknik för produktion av allt mellan jeans och trycksvärta och från växtförädling till gruvindustri. Bilar tankas med biodiesel, och vaccinet mot svininfluensa framställs på bioteknisk väg.



VTT, bildbank

Detta beror på biovetenskapernas kraftiga kunskapsmässiga och metodologiska utveckling. Finland har lyckats hävda sig väl inom många sektorer, men det finns behov av ytterligare utveckling exempelvis gällande miljö- och växtbioteknik.

Det finns goda utsikter för att biotekniken kan hjälpa landet igenom den industriella omstruktureringen och stödja den nationella innovationsstrategien, enligt vilken Finlands framtid ska byggas på kunskap och kompetens. Det finns emellertid inga snabba vägar till toppen och det är ingen självklarhet att man kan hålla sig kvar där. För att finsk forskning ska kunna utvecklas till framgångsrika tillämpningar och produkter krävs i allt högre grad rätt tidsmässig insats samt en djärv och innovativ kultur hos samtliga parter i processen.

Finlands starka sidor

I Finland görs som bäst viktiga avgöranden gällande strukturen för produktion av förnybar energi och tillhörande stimulansåtgärder. Det finns en betydande tillväxtpotential inom denna sektor. Biotekniska tillämpningar utnyttjas särskilt inom biomassaproduktion samt vid utvinning av biogas eller flytande bränsle ur biomassa eller avfall. I Finland utvinns bioenergi bl.a. ur biprodukter från skogsindustrins processer, träflis, energigrödor, biprodukter från jordbruket och avfall.

Bioenergianläggningar får större konkurrenskraft om de etableras i anslutning till pappersbruk eller andra befintliga industrier. Å andra sidan är småskalig biogasproduktion på väg att bli ett viktigt energialternativ i glesbygder.

Skogsindustrin i Finland genomgår en kraftig omstrukturingsprocess som kräver stor förnyelse. I framtiden ägnar sig denna industrigren alltmer åt mikro- och nanoteknik för att producera nanocellulosa, flytande biobränslen och andra kemikalier.

Mer detaljerad kunskap om vedens kemiska sammansättning gör det möjligt att extrahera bioaktiva ämnen och använda dem för miljövänliga tillämpningar. Med hjälp av bioteknik kan skogsträdförädlingen ges ökad effektivitet och precision.

Det är viktigt att bredda urvalet av de grödor som odlas i Finland, eftersom förädlingen måste svara upp mot utmaningarna från klimathotet. Bioteknik utnyttjas i allt större utsträckning inom traditionell växtförädling. Det är tänkbart att kvalitetsändrade och hälsopåverkande biotekniska produkter kommer ut på marknaden inom tio år, varvid konsumenterna kan uppleva att de har personlig nytta av den nya tekniken.

Även den medicinska biotekniken går framåt med stora kliv tack vare den fortlöpande explosionsartade kunskaps- och kompetensökningen. Tillväxttakten för biologisk data har redan nu överträffat tillväxten i datorernas räknepkapitet. Flaskhalsen är inte längre att producera data, utan att registrera, analysera och tolka data. Den första sekvensbestämningen av det mänskliga genomet inom ramen för ett internationellt projekt tog 13 år i anspråk och kostade hundratals miljoner dollar. I dag finns det kapacitet för att utföra samma sak 160 gånger om året, enbart inom campus Mejlans i Helsingfors.

Kvaliteten på den kliniska och biomedicinska forskningen i Finland är på världsnivå. Helsingfors universitet placerar sig i en europeisk jämförelse på femte plats direkt efter universiteten i Oxford och Cambridge.

Viktigt med information

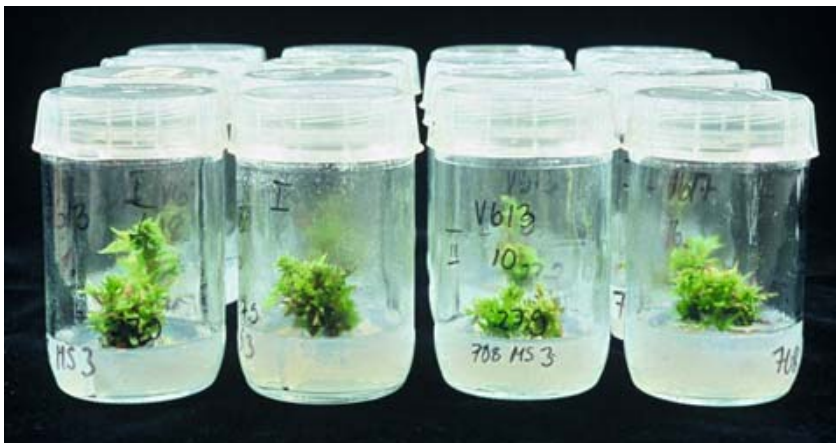
När biotekniken får större betydelse ökar också behovet av kunskapsspridning och debatt om hur tekniken används. Detta är viktigt också av den anledningen att ett uppnående av målen förutsätter betydande ekonomiska satsningar från samhällets sida i bioteknisk forskning och produktion samt genomtänkta etiska värderingar.

En angelägen fråga vid utvecklingen av bioekonomin och införandet av nya teknologier är hur det samhälleliga beslutsfattandet och medborgarnas rätt till information och delaktighet ska sammanjämkas. Det har blivit allt svårare att överblicka sammanhang och beslutsfattande förutsätter allt djupare och bredare insikter.

Situationen skapar grogrund dels för överbetoning av risker, dels för överoptimism gällande möjligheterna. En uppriktig, öppen och respekterande dialog mellan sakkunniga, politiker, näringsliv, konsumenter och olika organisationer bör ses som en integrerad del i utvecklingsprocessen.

En av de viktigaste uppgifterna för Delegationen för bioteknik är att i ett brett perspektiv erbjuda objektiv information från bioteknikens olika sektorer till underlag för diskussion och till olika intressenters förfogande.

Kimmo Pitkänen
Jyrki Pitkjärvi



Soile Jokipii, Uleåborg universitet

