



# Genmodifiserte planter og mat

Temaark fra Bioteknologinemnda • Oppdatert juni 2009 • [www.bion.no](http://www.bion.no)

TEMAARK

## Forandring av dyrkingsegenskaper

Genmodifisering kan endre dyrkingsegenskapene hos jordbruksplanter. For eksempel kan plantene gjøres mer motstandsdyktige mot ugrasmidler, insekter, virus, sopp, tørke og frost. Slike endringer kan redusere avlingstapet og gi bøndene bedre økonomi gjennom større avlinger og bedre ressursutnyttelse. Det er hovedsakelig innenfor dyrking av mais, soya, bomull og oljeverkster at bønder nå bruker genmodifiserte sorter. De tilførte egenskapene er hovedsakelig sprøytemiddelresistens og insektresistens, eller en kombinasjon av disse.

Av de mest brukte GMO-ene er den sprøytemiddelresistente soyasorten "RoundupReady", som er resistent mot sprøytemidler som inneholder glyfosat.

Soyasorten er utviklet av Monsanto, som også produserer det tilhørende sprøytemiddelet Roundup. Nærmest alt ugras forsvinner etter Roundup-sprøyting mens den genmodifiserte planten blir stående igjen. Det betyr at det kan sprøytes mindre fordi sprøytemiddelet er effektivt og tar ugraset når det passer bonden, men samtidig åpner dette for mer sprøyting fordi matplantene tåler det.

Genet som gjør at soyaplantene er glyfosatresistente ble opprinnelig isolert fra en jordbakterie. Etter mange år med bruk av glyfosat og andre sprøytemidler dukker det etter hvert opp resistente ugras. Dette skjer dels ved at genene for resistens overføres ved krysninger i felt, for eksempel ved at pollen fra en genmodifisert sorter kommer over i ville arter. Resistensegenskapene kan også oppstå spontant gjennom mutasjoner, uavhengig av om det er GMO-er som dyrkes. I og omkring en sprøytet åker er det stort seleksjonspress som favoriserer etablering av sprøytemiddelresistente planter. En slik utvikling av resistente ugras kan på sikt forringe bøndenes fordeler ved å bruke sprøytemiddelresistente planter og kreve nye løsninger og strategier. For andre viktige jordbruksplanter, som bomull, er

## Hva er genmodifiserte planter?

Genmodifiserte planter har fått sitt arvestoff forandret ved hjelp av genteknologiske metoder. Blant de første var tobakk og petunia, som kom tidlig på 1980-tallet. De ble utviklet for forskning og hadde ingen direkte praktisk betydning for gartnere eller bønder. Senere har mange plantearter blitt genmodifisert og fått store markedsandeler og økonomisk betydning.

Over 60 % av den soya som nå produseres i verden er genmodifisert. Soya brukes til mange formål, eksempelvis matolje, melk, mel og kjøtterstatning. Hele to tredjedeler av all ferdiglaget mat inneholder en soyabasert ingrediens.

I grove trekk kan man dele de genmodifiserte plantene i to grupper, planter med endrede egenskaper for bøndene (dyrkingsegenskaper) eller for forbrukerne (matkvalitet).



Det australske firmaet Florigene har spesialisert seg på å utvikle genmodifiserte blomster med endrede farger. Ved å genmodifisere nellik med fargegener fra petunia og fiol, har de fremstilt blomster med ulike blå- og lillanyanser. Norske myndigheter har godkjent snittblomster av slike genmodifiserte nelliker for import. Foto: Kristofer Vamling.

det fremstilt genmodifiserte sorter som er motstandsdyktige overfor bestemte insekter, eksempelvis larver av sommerfuglarten *Helicoverpa armigera*, "cotton bollworm". Denne, og nærstående insekter, gjør stor skade på bomullsåkre verden over. Sprøyting med midler som dreper et bredt spekter av insekter har tidligere vært det vanlige tiltaket, men nå utgjør genmodifiserte plante-sorter et alternativ. Gener som koder for krystallinske insektgifter (disse kalles *cry*-toksiner) er overført fra bakterien *Bacillus thuringiensis* og de genmodifiserte plantene betegnes derfor ofte som Bt-planter. Når bestemte arter av sommerfugllarver spiser Bt-bomull med disse giftproteinene, får de skader på innvollene og dør.

Da Bt-bomull ble introdusert på slutten av 1990-tallet kunne bøndene sprøyte mindre. Dette ga i sin tur en positiv helseeffekt for bøndene for eksempel i Kina. Selv om bruken av Bt-bomull gjorde sprøyting mot et par insektarter overflødig, er det samtidig slik at redusert sprøyting med bredspektrede midler over tid har ført til at andre skadegjørere vender tilbake. Teger og midd er nå blitt et større problem i bomullsåkre enn tidligere og presser bøndene til igjen å sprøyte mer.

Tomater som er genmodifisert slik at de ikke modnes så raskt som annen tomat, ble markedsført i andre halvdel av 1990-tallet. Én av

disse tomatsortene (FlavrSavr) kunne høstes senere enn andre tomater og mange mente at de dermed hadde en bedre smak. Disse tomatene er ikke lenger på markedet. Grunnen er først og fremst at avlingsnivået var for dårlig og dermed ga produsentene for lav inn-tjening sammenliknet med andre sorter.

## Endret næringsinnhold

Det finnes også eksempler på genmodifiserte planter som har fått tilført egenskaper som forandrer næringsinnholdet, men så langt er de fleste på utviklingsstadiet. En slik GMO er "Golden Rice", en ris med forhøyet innhold av beta-karoten som kroppen bruker til å danne A-vitamin. A-vitaminmangel rammer spesielt barn og gravide kvinner og kan føre til blindhet og død. Ved å genmodifisere ris, hovednæringskilden for fattige i for eksempel i Sørøst-Asia, er tanken at dette ernæringsproblemet et stykke på vei kunne løses. Selv om utviklingen av denne rissorten startet allerede i 1992, har det vist seg vanskelig å stabilisere uttrykket av beta-karoten på et høyt nok nivå. A-vitaminrisen er ennå ikke kommet på markedet, men er fortsatt under utprøving.

Omega-3-fettsyrer er blant de essensielle fetttsyrene som ikke produseres av kroppen selv. Altså må disse tilføres gjennom maten. Særlig er enkelte fettsyrer som isoleres fra

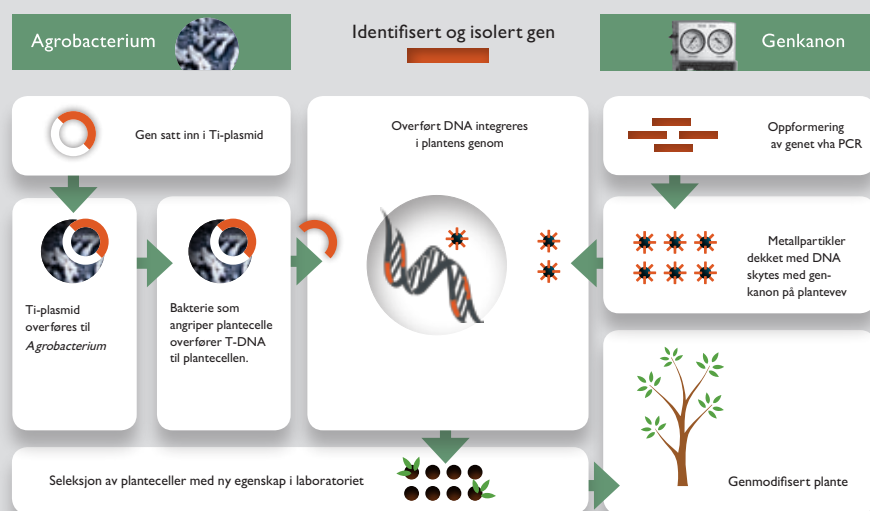
marine kilder, som fet fisk, vist å være viktige. De kan også være vanskelige å skaffe i tilstrekkelige mengder. For tiden nedlegges det mye arbeid i å endre fettsyresammensetningen i planter slik at de blant annet får flere flerumettede kjeder som omega-3-fettsyrer. Dette kan utgjøre viktige tilskudd for dem som ikke har tilgang på sjømat og motvirke overbeskatning av marine ressurser.

Når næringsmidler varmes opp som har mye av aminosyren asparagin, produseres det kreftfremkallende stoffet akrylamid. Dette skjer for eksempel ved produksjon av pommes frites og potetgull. Forskere har nå utviklet genmodifisert potet som inneholder mindre asparagin som følge av at to gener som er involvert i aminosyresyntesen er skrudd av. På sikt kan dette gjøre det mulig å minske mengden av akrylamid i sluttproduktene. Potetgull blir likevel ikke sunt av den grunn!

## Planter som fabrikker

Rekombinante proteiner (proteiner som er sammensatt på en ny måte i forhold til hva som finnes i naturen) brukes i mange ulike prosesser, blant annet i industrien. Ett alternativ for produksjon av rekombinante proteiner er å produsere dem i planter. Det første farmasøytiske proteinet som ble produsert i planter var humant serumalbumin, som ble fremstilt i tobakk i 1990. Siden er det fremstilt industrienzymmer, blodkomponenter, cytokiner, vekstfaktorer, hormoner og antistoffer. Gjennom genmodifisering av organeller som inneholder DNA i plantecellene kan det produseres svært høye konsentrasjoner av fremmed protein, helt opp mot 40 % av plantecellens proteinnivå. En tilleggsfordel med å genmodifisere organeller som kloroplast og plastider er at de ikke finnes i pollen, noe som reduserer spredningsrisikoen.

Uttrykk av vaksinekomponenter i frukt, eller andre deler av planter, åpner også nye muligheter for å ta vaksiner gjennom maten vi spiser. Sykdommer det utvikles slike vaksiner mot er blant annet kolera, hepatitt B og miltbrann. Det er gjort forsøk med vaksiner i bananer, tomater, potet, salat og gulrøtter. Hensikten med disse vaksinene er at produksjonskostnadene kan holdes lave og at man samtidig kan unngå oppbevaringsproblemer og behovet for kjølefasiliteter. Hvis vaksinen



Det finnes ulike metoder for å lage genmodifiserte planter. Den ene hovedteknikken utnytter jordbakterien *Agrobacterium tumefaciens* naturlige evne til å overføre DNA til en plantecelle. Den andre metoden er ulike former for direkte DNA-overføring, for eksempel ved bruk av "genkanon". (Se egen artikkel i GENialt 4/2008.)

skal spises, slipper man også bruk av sprøyter. I slike vaksineproduserende planter har det imidlertid vist seg vanskelig å få selve vaksinene uttrykt i passende og stabile mengder. Mer aktuelt er derfor foreløpig at vaksiner produseres i genmodifiserte planter, isoleres og så gis på samme måte som andre vaksiner. Fordi det er en fare for at en vaksineproduserende plante kommer over i matproduksjonskjeden, er ett tiltak å bruke ikke-spiselige planter som tobakk, eller at produksjonen foregår under streng kontroll i drivhus.

## Miljø

Hvis en plante som er genmodifisert for å tåle et bestemt ugrasmiddel har stor spredningsevne og kan krysse seg med ville slektninger, kan dette føre til at bøndene etter hvert får større problemer med ugrashåndteringen enn før. Bonden kan dermed bli tvunget til å bruke mer ugrasmiddel, eller andre og mer økologisk skadelige kjemikalier. For forbrukeren kan dette i sin tur innebære flere rester av plantevernmidler i maten.

Genmodifiserte Bt-planter med insektgift kan samtidig være skadelig også for andre insekter og dyr som ikke skader avlingen og samtidig har viktige oppgaver i økosystemet. For eksempel kan larvene av sjeldne sommerfugler bli skadet av giftstoffene som produseres av plantene.

Det kan være en risiko for at genmodifiserte planter overfører de nye egenskapene til beslektede, viltvoksende arter gjennom uønsket kryssing. Risikoen for slik spredning er størst i de tilfeller der de genmodifiserte plantene og ville slektninger sprer pollen over lange strekninger. I Norge vil det være slik risiko ved utsetting av for eksempel genmodifisert raps. For andre kulturplanter, som mais og potet, er det mindre fare for spredning via luft.

## Avtaler og lovverk

Det finnes en rekke regler, forskrifter og lover samt internasjonale avtaler som gjelder forskning, produksjon, import og distribusjon av genmodifiserte planter og matvarer fra dem. Med enkelte unntak gjelder samme regler i Norge som i andre europeiske land. Lovene som er spesielt viktige for godkjenning av genmodifiserte planter og mat i Norge er genteknologiloven og matloven.



Sommerfugllarver av arten *Helicoverpa zea* gjør skade i maisåkre. Genmodifiserte maissorter som uttrykker giftstoffer mot slike insekter gjør en ny strategi for produsentene. Foto: Frank Peairs, Colorado State University, Bugwood.org

På GMO-området regulerer matloven bearbejdet matprodukter som ikke inneholder levende, genmodifisert materiale. Dersom det dreier seg om en levende GMO, som spiredyktige frø, gjelder genteknologiloven.

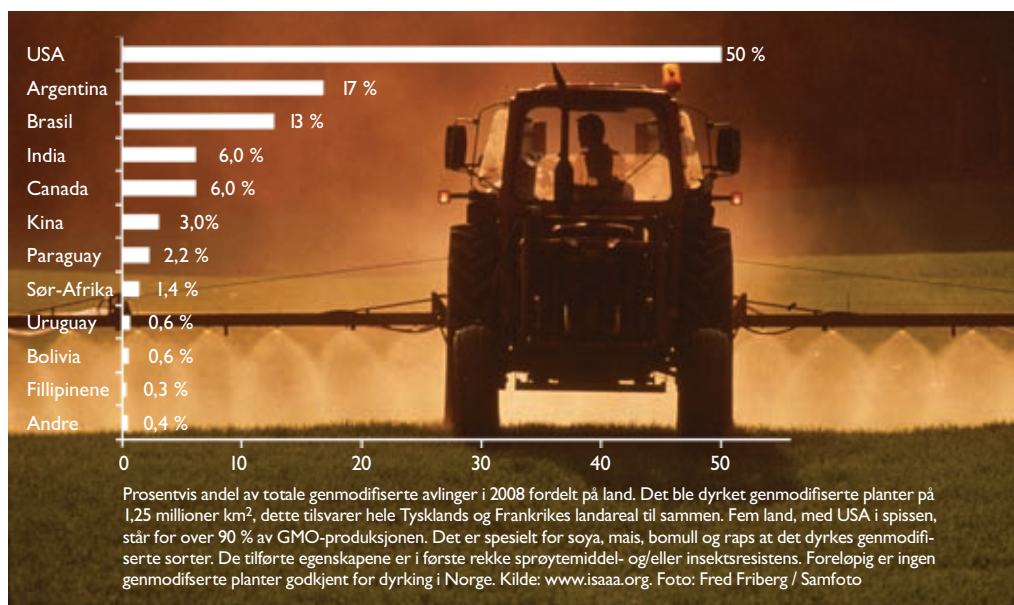
Den norske genteknologiloven skiller seg fra andre lands lovgivning idet samfunnsnytte, bærekraft og etikk er selvstendige vurderingskriterier i tillegg til vurderinger av helse- og miljøeffekter. I spørsmålet om bruken av en GMO er i samsvar med prinsippet om bærekraftig utvikling, må globale, langsiktige perspektiver vurderes. Når det gjelder samfunnsnytte har Bioteknologinemnda foreslått at dette begrepet primært gjelder for norske forhold i nåtid eller nær framtid. Det må da vurderes og argumenteres for hvorfor enkeltes interesser skal tilgodeses framfor andres.

Hittil har ingen genmodifiserte produkter blitt godkjent som mat eller fôr i Norge. Før en eventuell godkjenning skal norske myndigheter ha gjennomført en risikovurdering. Dersom en genmodifisert fôr- eller matvare tilbys på markedet i Norge skal den være

merket. Merkekravet gjelder dersom innholdet overstiger 0,9 % (dette gjelder også for én ingrediens i et sammensatt produkt). Den enkelte forbruker skal dermed ha muligheten til å velge om han eller hun vil kjøpe og spise genmodifisert mat.

## GMO-er i et nord-sørperspektiv

Genmodifiserte sorter av planter som soya, mais og raps er i dag utviklet av store bioteknologiselskaper for områder der det er mulig å drive et industrialisert landbruk med god ressurstilgang. Så langt har bruken av genmodifiserte planter ikke bidratt særlig til å bekjempe sult og sikre matforsyning i u-land. Insektresistente GMO-varianter av bomull har imidlertid blitt populære i noen land, også innenfor småskala-jordbruk. Mange bønder har erfart at de har fått bedre bomullsavlinger og inntjening, mens andre produsenter opplever problemer med sviktende avlinger, spesielt fordi sortene ikke har vært tilpasset lokale dyrkingsforhold. I tilfeller hvor kjøpet av såfrø var lånefinans-



## Biodrivstoff

For å motvirke den negative miljøpåvirkningen og redusere avhengigheten av olje og kull, blir biodrivstoff stadig mer aktuelt. Bioetanol fremstilles fra planter som mais, sukkerrør, sukkerbete og potet ved gjæring av sukkerarter, mens biodiesel fremstilles for eksempel fra raps- og soyaolje gjennom en kjemisk reaksjon som kalles forestring. For å lage biodiesel kan man også benytte kilder som fiskeolje, fett fra slakteriavfall og brukt fritryfett.

Bruken av matjord til biodrivstoffproduksjon er omstridt. Dels presser dette prisene opp på mat, men det fører også til at mer skog blir brent eller ryddet for å gi plass for ny planteproduksjon.

Neste generasjons biodrivstoff vil for eksempel bruke cellulose fra trær som utgangspunkt. Genteknologiske metoder kan gjøre det lettere å bryte ned ligninet i veden slik at man kommer til cellulosemolekylene og andre sukkerarter forut for gjæringen. For å omdanne cellulose til drivstoff behøves dessuten enzymer som cellulaser og hemicellulaser. Disse er i dag kostbare å produsere, men en mulighet

er å genmodifisere plantene slik at de selv produserer enzymene. En annen strategi vil være å forandre selve polysakkaridinnholdet eller bio-massen til plantene som skal brukes til biodrivstoffproduksjon.



siert, rapporteres det også om at grupper av bønder har havnet i en vanskelig gjeldsspiral.

I tråd med lange tradisjoner forvalter småskalabønder i u-land plantesorter som er tilpasset lokalmiljøet. Dersom det introduseres nytt såmateriale som, i hvert fall på kort sikt, øker avlinger og inntjening, kan dette gå på bekostning av lokal kunnskap om foredling, dyrkingsmetoder og forvaltningen av sortsmangfoldet. Dette mangfoldet utgjør grunnlaget for videre utvelgelse og foredling av vekster som er robuste overfor skadedyr, sykdommer og klimaendringer. På sikt er dermed en reduksjon av mangfoldet samtidig en trussel mot matsikkerheten. Et annet aspekt er at bøndene mister kontroll over såkornet ved bruk av patenterte GM-planter, fordi de da ikke uten videre har lov til å ta såkorn fra egen avling for bruk neste sesong.

For at bruken av GMO i u-land skal være bærekraftig og komme bredere lag av befolkningen til gode, fremheves det fra flere hold, deriblant FNs mat- og landbruksorganisasjon FAO, at det må satses på å utvikle mer næringsrike og tilpasningsdyktige versjoner av matplanter som kassava, potet, ris og hvete. Av egenskapene som her spesielt fremheves er planter med økt salt- og tørketoleranse.

## Omstridte

Selv om bruken av genmodifiserte planter i internasjonalt landbruk samlet sett øker i omfang år for år, er det bare fem land som står for over 90 % av produksjonen (se tabell forrige side). Selv om dyrkere i disse landene opplever at slike planter gir dem fordeler, er det samti-

dig mange brukere og forbrukere rundt om i verden som er mer skeptiske og reiser spørsmål ved om produksjonen miljømessig er et skritt i riktig retning og om matprodukter avledet fra slike planter er like trygge som tradisjonelle. Selv om regelverk og vurderingskriterier er mer omfattende for genmodifiserte planter enn tilsvarende tradisjonelle, er det samtidig en betydelig opplevd risiko knyttet til GMO-er.

Etter noe over et tiårs bruk av genmodifiserte planter er det fortsatt omfattende diskusjoner rundt hvilke følger bruken har for miljøet, om det er negative helseeffekter på lang sikt og om de bidrar til en ønsket samfunnsutvikling rundt om i verden. Mange har også stilt seg skeptiske til at bioteknologiske selskaper får stor makt over matkjeden gjennom dyrkingen av patenterte såfrø.

## Les mer på [www.bion.no](http://www.bion.no)

- Artikler i GENialt (nr. 2/2008 og 4/2008)
- Hefte om "Bærekraft, samfunnsnytte og etikk i vurderinger av genmodifiserte organismer"
- Bioteknologinemndas uttalelser