

Genmodifiserte jordbær

– et produkt som forbrukeren ønsker seg?

I USA har samfunnet innstilt seg på at genmodifiserte matvarer er en naturlig del av hverdagen. I Europa er motstanden mot utsetting av genmodifiserte planter og bruk av slike til matvareprodukter vesentlig større.

Ved NTNU i Trondheim er det nylig avsluttet et tverrfaglig EU-prosjekt med jordbærplanter som modellsystem, hvor både de molekylærbiologiske aspekter ved selve genmodifiseringen og etiske og sosiologiske konsekvenser har vært sentrale.

Bjørn Myskja, Reidun Heggem og Tor-Henning Iversen

Blant bærprodusenter og forbrukere i Norge er angrep på jordbær av soppen *Botrytis cinerea*, som fremkaller plantesykdommen gråskimmel, et velkjent problem. Bærene får et gråhvitt belegg som følge av mycelet som soppsporene danner. På et tidlig stadium i infeksjonen er belegget så vidt synlig, men på et senere trinn blir bæret fullstendig ødelagt. Soppen trives best i et fuktig miljø, slik at de klimatiske betingelser på dyrkningstedet vil være avgjørende for skadeomfanget.

Jordbærprodusentene anser det som nødvendig å sprøyte med ulike typer fungicider (soppdrepende midler) flere ganger i løpet av sesongen for å redusere slike angrep. Til tross for tiltakene representer denne

sykdommen et tap på inntil 30 % av avlingene.

Tradisjonell plantefor-edling har i mange år vært forsøkt for å selektere for god bærkvalitet, inklusive økt resistens, uten spesielt vellykket resultat. Ingen sorter er i dag fullstendig resistente mot gråskimmel, selv om motstandsdyktigheten varierer fra sort til sort.

Soppangrepet

Når en soppspore fester seg og begynner å spire på en kart eller et modent jordbær, vil soppen skille ut et enzym, polygalakturonase (PG), som løser opp pektinet i celleveggen hos planten. Samtidig mobiliseres plantens ulike forsvarssystemer. Jordbærplanten starter bl.a. produksjonen av polygalakturonase-inhibitor-pro-

teiner (PGIP) som hemmer soppens veggnedbrytende enzym, men dette gir ikke fullstendig beskyttelse.

Normalt finnes det et lavt nivå av PGIP i jordbærplanter, selv når de ikke utsettes for angrep. Ved en soppinfeksjon øker imidlertid produksjonen av forsvarsprotein, særlig dersom bæret angripes sent i modningsprosessen. Til tross for induksjonen av PGIP vil sopphyfene fort ta over styringen og til slutt invadere store deler av bæret.

Cisgene jordbær

Det overordnede molekylærbiologiske målet med prosjektet har vært å øke uttrykket av genene som oppregulerer produksjonen av forsvarsproteinet PGIP. Målet er altså å få modellsorten Calypso – og på sikt også andre mer kommersielt viktige jordbærsorter – til å lage mer PGIP som dermed hemmer soppens celleveggnedbrytende enzym.

I dette arbeidet har den langsiktige strategien vært å ende opp med en genmodifisert jordbærplante som bare inneholder genelementer fra jordbær. Et gen for kanamycinresistens, som gir motstand mot kanamycin-antibiotikum, muliggjorde først selekteringen av de genmodifiserte plantene. Dette markørgenet ble så fjernet underveis via en spesiell rekombinant-teknikk som

er utviklet av prosjektets partner Plant Research International (PRI) i Wageningen, Nederland. Markørgener for antibiotikaresistens er uønsket i genmodifiserte planter på grunn av den potensielle muligheten som slike gener representerer med hensyn til uønsket og ukontrollerbar forflytning til andre organismer, slik at også disse utvikler resistens. Etter norsk regelverk er markørgener for antibiotikaresistens forbudt i genmodifiserte planter som søkes markedsført i Norge. EU har landet på samme vedtak, men tillater nå en gradvis utfasing av bruken.

I motsetning til transgene planter (trans = på den andre siden av), som har markørgener og genelementer fra andre organismer, kan de nye jordbærplantene utviklet i EU-prosjektet dermed betegnes *cisgene* (cis = på denne siden av) fordi de ikke inneholder innsatte gener fra andre arter.

Status

En del av det eksisterende veksthuset ved Plantebiosenteret ved NTNU er nå bygget om og vil ved endelig godkjenning oppfylle kravene til høyeste sikkerhetsnivå. De genmodifiserte jordbærplantene, som omfatter 14 uavhengige Calypso-linjer, er overført fra vevskulturer (*in vitro*) til jord. Bærmod-

ningen vil finne sted i april 2004. Utprøvingen av resistens mot gråskimmel hos de genmodifiserte jordbærplantene pågår kontinuerlig. Det innsatte PGIP-genet (eller genene, siden vi ennå ikke vet noe om antallet kopier som er satt inn i genomet hos de ulike linjene) forventes å være uttrykt konstitutivt, det vil si hele tiden. Målinger av eventuelle forskjeller i resistens kan utføres på blader infisert med gråskimmelsporer. Slike målinger av soppens etablering i bladvevet gir en *første indikasjon* på om transkripsjonen av genet fører til økt produksjon av målprotein (inhibitoren PGIP), og om disse bidrar til å begrense infeksjonen. Foreløpige indirekte undersøkelser fra Wage-ningen på RNA-nivå har vist at enkelte Calypso-linjer i prinsippet kan ha fått en betydelig økt resistens.

Hva mener brukerne?

Norsk senter for bygdeforskning har hatt ansvaret for å finne ut av hvordan både produsenter og forbrukere vil forholde seg til genmodifiserte jordbærplanter. Resultatene er basert på spørreundersøkelser blant representative utvalg i Norge, Danmark og England. I tillegg ble det gjennomført fokus-gruppe-intervjuer av norske forbrukere.

Generelt kan det sies at



Jordbær infisert med gråskimmel.

skeptikerne til anvendelse av genteknologiske metoder er redd for at noen skal "tukle med naturen". Dette kan være religiøst begrunnet, ha tilknytning til økologiske grunnholdninger eller være basert på vurderinger av konsekvenser for egen helse. *Optimistene* er mer opptatt av at teknologiutvikling er et gode og at skeptikernes negative holdninger er grunnnet i en frykt for det ukjente.

Av mer spesifikke resultater fra undersøkelsene kan nevnes at et flertall av produsentene og forbrukerne oppfattet genteknologien som negativt både for miljøet og for egen helse. I spørsmål knyttet til redusert bruk av plantevernmidler som følge av plantenes økte resistens mot soppangrep, mente

nesten halvparten at det var bedre at jordbærene var genetisk modifisert enn at de hadde rester av sprøytemidler.

Konklusjonen på de sosiologiske undersøkelsene er at genteknologien, som sådan, må gi en høy nytteverdi for å kunne være støtteverdig. Man ville kunne akseptere en *viss risiko* så lenge nytteverdien er dokumentert og det ikke knytter seg moralske betenkeligheter til bruken av metoden.

Føre var

"Føre var-prinsippet" har stått sentralt i etikkdelen av prosjektet. I Rio-deklarasjonen uttrykkes det slik: "*Der hvor det foreligger trussel om alvorlig eller uopprettelig skade, skal ikke mangel på fullstendig vitenskapelig visshet kunne brukes som*

begrunnelse for å utsette kostnadseffektive tiltak for å hindre miljøforringelse".

Siden moderne bioteknologi er eksperimentell, er den også risikofylt. Mange mener at bioteknologi anvendt i matproduksjon er overflødig i tillegg til at den kan gi varige negative endringer. Også blant forskerne er det uenighet om både mulig nytte og risiko. Den største uenigheten er knyttet til hvordan man skal håndtere risiko og usikkerhet – enten som såkalt "sunn vitenskap", der en baserer seg på risikovurdering ut fra prinsippet om vesentlig likhet (*substantial equivalence*) med konvensjonelle motparter, eller ut fra føre var-prinsippet.

I prosjektet har vi utviklet en modell for etisk evaluering av genmodi-

fiserte planter der risiko-vurderingen er integrert i en "føre var-tilnærming". Risiko er produktet av sannsynlighet og konsekvenser, der forutsetningen er at sannsynligheten av potensiell skade og dens omfang lar seg tallfeste. Ettersom bioteknologi er en relativt ny vitenskap, der både erfaring med og forståelse av fenomenene er begrenset, advares det mot en rekke mulige skader på helse og miljø som det foreløpig er umulig å tallfeste og som derfor ikke kan risikoberegnes. Her foreligger det altså vitenskapelig usikkerhet, som i europeisk sammenheng aksepteres som grunn til å anvende føre var-prinsippet.

Bred diskusjon

Samtidig er det anerkjent at i tilfeller der det foreligger vitenskapelig usikkerhet og der viktige verdier står på spill, har verken vitenskapen eller politikere en privilegert tilgang til det riktige handlingsvalg. Alle berørte parter må få anledning til å delta i diskusjonen om hvordan man bør håndtere usikkerhet. Når det gjelder ny teknologi som kan føre til irreversible skader på miljø og muligens helse, der også etablerte eiendoms- og fordelingsspørsmål står sentralt på grunn av muligheten til å patentere bioteknologiske oppfinnelser, er en bred offentlig diskusjon en nødvendig forutsetning for legitime beslutninger. Det er samtidig viktig at denne diskusjonen ikke bare angår generelle spørsmål angående utvikling og bruk av genmodifiserte planter, men knyttes til enkelte prosjekter.

Vi har simulert en slik diskusjon om de etiske aspektene ved utviklingen av en cisgen soppresistent jordbærplante ved å benytte oss av fokusgruppeintervju og spørreundersøkelser. Disse har blitt kombinert med eksperters vurderinger og litteratur angående etiske aspekter ved bruk av genmodifiserte planter. Ettersom dette er et lavrisiko-prosjekt med relativt begrensede usikkerhetsaspekter sammenlignet med de fleste transgene planter i produksjon i dag, vil antakelsen være at prosjektet ikke kan avvises på grunnlag av den risikoanalysen som skal gjennomføres. Samtidig er det ikke videre sannsynlig at prosjektet vil gi stor nytte, hvis vi skal tro antakelsene til flertallet av ekspertene. Den mulige nytten vil være begrenset i omfang og lite relevant for folk flest. Spørsmålet er da om relativt lav risiko og usikkerhet er akseptabel så lenge gevinsten er beskjeden.

Prøvesten

Det er mulig at et prosjekt som vårt, designet for å diskutere innvendinger mot kryssing av artsgrenser og miljørisiko, faktisk kan fungere som en dør-åpner for andre prosjekter som i utgangspunktet er mindre akseptable både i opinionen og av moralske grunner. På den annen side kan et slikt prosjekt bidra til å antyde hvilken vei den framtidige bioteknologiske matproduksjonen bør gå, gjennom små og forsiktede forandringer som understreker kontinuiteten mellom tradisjonell avl og genmodifisering.



Genmodifiserte jordbærplanter, like for blomstring, i veksthus ved Plantebiosenteret i Trondheim. Foto: Casper Linneestad

Jordbærprosjektet

EU-prosjektet "Sustainable production of transgenic strawberry plants. Ethical consequences and potential effects on producers, environment and consumers" (QLK5-CT-1999-01479) har vært et tverrfaglig prosjekt som har pågått i perioden 2000-2004. Både biologer, filosofer og sosiologer har deltatt. Partnere i den molekylærbiologiske gruppen er fra Plant Research International i Wageningen (Henk Schouten og Jan Schaart) samt stipendiater og ansatte ved Plantebiosenteret (Lisbeth Mehli, Trygve D. Kjellsen, Diem Hong Tran og Tor-Henning Iversen, sistnevnte var prosjektkoordinator). De bioetiske aspekter har vært ivaretatt av ansatte ved Filosofisk institutt ved NTNU (Bjørn Myskja og Audun Øfsti), ansatte ved Philosophisches Institut i Achen, Tyskland (Christoph Kupfer og Wolfgang Kuhlmann) samt Henk Jochemsen fra Universitetet i Amsterdam, Nederland. Den sosiologiske gruppen kommer fra Norsk senter for bygdeforskning, NTNU (Reidun Heggem og Reidar Almås).