

Mais som toler tørke?

Monsanto har kunngjort at den første jordbruksplanten som er genmodifisert til å tole tørke, no er klar for marknaden. Men Bioteknologinemnda meiner at denne planten, maisen MON 87460, ikkje held det han lovar. Nemnda tilrår uansett å ikkje tillate import av denne maisen av di han inneheld eit gen for antibiotikaresistens.

Audrun Utskarpen

Bioteknologinemnda har nyleg uttalt seg om ein søknad frå Monsanto om løyve til import av den genmodifiserte maisen MON 87460 for bruk i foredling, mat og fôr i EU og EØS-landa. Søknaden er no til første gongs høyring i EU/EØS, og nemnda har gitt sine innspel til Direktoratet for naturforvaltning, som sender dei vidare til EFSA (organet for mattryggleik i EU).

Dei store frøselskapa har lenge lova nye, meir nyttige genmodifiserte plantar, og det har vore forska på genmodifisering for å gjere plantar motstandsdyktige mot skadelege miljøpåverknader i årevis. Vi kan rekne med at MON 87460 berre er den første i rekkja av søknader for plantar som er genmodifiserte for å tole tørke eller andre miljøpåkjenningar, som varme, kulde eller for mykje salt i jorda.

Bioteknologinemnda etterlyser opplysningar i søknaden som gjer det mogleg å dømme om maisen fyller krava til berekraft, etikk og samfunnsnytte i genteknologiloven. Sjølv om Monsanto førebels ikkje har søkt om løyve til dyrking i EU, er det viktig å vite noko om tilhøva i dyrkingslanda for å vurdere berekraft og etikk.

Studiar frå Monsanto

Maisen MON 87460 har fått eit nytt gen frå ein jordbakterie som kodar for kuldesjokkprotein B, CspB (sjå tekstboks). Monsanto rapporterer at genmodifiseringa aukar fotosyntesen og oppbindinga av CO₂ i planten (karbonfikseringa), og at planten leier vatn betre. Dette skal i følgje firmaet føre til at maisen gir større avlingar



Maisplantar som har vore utsette for tørke. Foto: Scanpix/Reuters.

enn same mais utan genmodifisering (kontrollmais) dersom det er vassmangel. Dersom det ikkje er mangel på vatn, er utbyttet det same som for kontrollmais, og ved alvorleg tørke gir heller ikkje MON 87460 noka avling.

Etter Bioteknologinemnda si meining manglar Monsanto dekning for påstanden om at MON 87460 er tørketolerant. Dersom ein studerer dokumentasjonen frå feltforsøka, viser det seg at det i tre av fem feltstudiar i USA og Chile ikkje var nokon skilnad i avlingsutbytte mellom MON 87460 og kontrollmais. Monsanto pre-

senterer like fullt resultatane som ein auke. I dei to feltstudiane der ein fann ein ikkje-tilfeldig skilnad, var dei statistiske data mangelfulle, og det blir derfor umogleg å vurdere om maisen kan ha noka nytte for bøndene.

Det utbyttet som Monsanto rapporterer for MON 87460, skil seg lite frå variasjonen i utbytte ein finn i dei 16–18 andre maissortane Monsanto har brukt som referansar i USA og Chile, og det er såleis grunn til å spørje seg om ein ikkje like godt kan avle fram ein vanleg maissort som toler tørke.

Etterlyser betre feltstudiar

Monsanto marknadsfører MON 87460 som tørketolerant, men før Bioteknologinemnda kan ta stilling til om maisen er berekraftig og etisk forsvarleg å tilby, må selskapet dokumentere denne agronomiske eigenskapen med vitenskapleg haldbare data. Det må kunne svare på om maisen gir redusert avlingstap i ulike dyrkingsområde og under andre klima- og vatningstilhøve enn dei som til no er undersøkte. Feltstudiar må òg gjerast fleire stader og på same staden over fleire år.

Nemnda stiller òg spørsmål ved om ein mogleg auke i utbytte er nok til å vege opp auka kostnader ved å byrje å dyrke denne maisen. Kan bøndene rekne med like god avsetnad og pris for ein slik genmodifisert mais? Kan ein dessutan rekne med at denne genmodifiserte maissorten ikkje skaper problem for nabobønder som ønskjer å drive tradisjonelt eller økologisk?

Uønskt genspreiing?

I dei delane av verda der mais ikkje har ville slektningar som han kan krysse seg med, kunne tørketoleranse vore ein god eigenskap. Men Bioteknologinemnda vil gjerne ha svar på kva for konsekvensar det kan ha dersom genet for stresstoleranse spreier seg til ville slektningar i land som Mexico. Trass i at jordbakterien produserer CspB ved mange typar stress, vernar CspB i maisen i følgje Monsanto berre mot tørke og ikkje mot salt, varme eller kulde. Men dersom genet spreier seg, kan

det da tenkjast at toleranse for andre typar stress enn tørke oppstår? Eit anna spørsmål er om dei stresstolerante eigenskapane kan overførast til bakteriar i tarmen hos menneske og dyr, og kva for konsekvensar det i så fall kan ha.

Den genmodifiserte maisen er laga slik at det er mogleg å ta ut genet for antibiotikaresistens (*nptII*) frå DNA-et under utviklinga på laboratoriet, men dette er ikkje gjort. Kan ein da vere sikker på at genet ikkje blir teke ut av naturen sjølv, slik at risikoen for at genet spreier seg aukar?

Immunreaksjonar?

Det er kjent at nokre protein som blir danna ved stress, til dømes varmesjokkprotein, kan gi reaksjonar i immunsystemet. Av den grunn spør nemnda om det er undersøkt om CspB kan gi slike reaksjonar hos menneske og dyr.

Liten miljørisiko i Europa

Bioteknologinemnda meiner det er liten miljørisiko ved å importere MON 87460 til Europa sidan Monsanto ikkje har søkt om løyve til dyrking. Mais har ingen ville slektningar i Europa, frøa overlever dårleg i jorda, og planten toler heller ikkje frost. Derfor er det etter nemnda si meining liten fare for at stresstolerante eigenskapar skal spreie seg dersom frø kjem på avveggar her.

Nemnda har valt å vurdere fleire sider ved denne planten av di ein kan rekne med at

FAKTABOKS**Kuldesjokkprotein mot stress**

Maisen MON 87460 frå Monsanto har fått eit nytt gen frå jordbakterien *Bacillus subtilis* som kodar for kuldesjokkprotein B, CspB. Dersom bakterien blir utsett for tørke, varme, kulde eller andre miljøpåverknader, produserer han meir av nokre protein og mindre av andre for å tilpasse seg dei nye vekstforholda. For å lage protein bruker cella ein RNA-tråd, som er ein kopi av DNA-koden. CspB bind seg til RNA og hindrar RNA-tråden i å folde seg saman. Med CspB til stades går det derfor lettare å lage protein frå RNA-et, og bakterien får såleis laga dei proteina som trengst trass i stresset frå omgivnaden. Protein som liknar på CspB frå denne bakterien, finst òg naturleg i nokre plantar.

det kjem fleire søknader for liknande plantar. Uansett meiner nemnda at Noreg bør avslå denne søknaden av di maisen inneheld genet *nptII*, som kodar for resistens mot antibiotika, og slike GMO-ar er forbode i Noreg (sjå GENiAlt 1/2010).

Les høyringsvaret frå Bioteknologinemnda på www.bion.no.

Genmodifisering mot tørke

Tørke blir rekna som eit av dei mest alvorlege trugsmåla mot avlingane i jordbruket i verda. Dei internasjonale frøelskapa har sidan 1990-talet lova genmodifiserte plantar som skal tole tørke, men det store gjennombrøtet lét framleis vente på seg.

Audrun Utskarpen

Plantar treng vatn for å løyse opp og frakte næringsstoff, til avkjøling ved fordampning, til fotosyntesen og til å halde seg oppreiste. Når ein plante blir utsett for stress, som tørke, salt eller ekstreme temperaturar, blir ei rekkje gen skrudde på. Fleire former for stress kan skru på dei same gena. Desse gena set i gang produk-

sjonen av ulike protein og metabolittar (mellomprodukt i stoffskiftet), og nokre av dei vernar plantane mot det skadelege stresset. Planten freistar med dette å halde oppe balansen i pH, temperatur og kjemisk samansetning, kvitte seg med giftstoff og etter kvart halde fram med å vekse.

Lang veg frå laboratoriet til åkeren

Tørketoleranse er ein samansett eigenskap der mange gen spelar ulike roller. Dei fleste plantane som er blitt genmodifiserte til å tole tørke, er ikkje jordbruksplantar, men modellplantar som blir brukte i forskning, til dømes *Arabidopsis* (vårskrinneblom). Dessutan har dei færraste vore tes-



Kan genmodifiserte plantar som toler tørke, vere løysinga i delar av verda der tørke er eit stort problem? Foto: iStockphoto.

ta under naturlege veksttilhøve. Sjølv om ein plante toler tørke under kontrollerte tilhøve på laboratorium eller i veksthus, er det langt frå sikkert at han oppfører seg likeins ute på åkeren, der mangt i miljøet utanom tørke påverkar plantane. Ein plante som toler tørke på eit tidleg trinn i utviklinga, treng heller ikkje å vere tørketolerant på eit seinare trinn eller som vaksen.

I dei fleste plantane som er genmodifiserte til å tole tørke, har ein brukt gen frå plantar som er naturleg tørketolerante, men ein kan òg bruke gen frå andre organismar, slik som firmaet Monsanto har gjort ved å nytte genet for eit kuldesjokkprotein frå ein jordbakterie (sjå tekstboks s. 13).

Eitt gen gir eitt protein

I dei første forsøka med tørketolerante plantar, sette ein inn gen som skulle auke mengda av eitt enkelt protein som var viktig for å tole stress. Det kunne til dømes vere enzym som produserer organiske osmolyttar. Dette er små løyselege molekyl som motverkar osmotisk sjokk; dei trekkjer vatn inn i cellene og hindrar at dei skrumpar inn når det er tørke. Døme på slike osmolyttar er aminosyra prolin, aminoforbindingen betain og sukkeret trehalose.

Tørke og anna stress fører til at reaktive oksygenforbindelsar hopar seg opp i plan-

ten, og mange plantar reagerer med å lage antioksidantar. Å setje inn gen som produserer nye eller ekstra antioksidantar, er derfor ein måte å lage plantar som toler tørke. Gen som lagar protein til vasskanalane i cellemembranen, kan auke transporten av vatn inn i cellene. Andre protein som motverkar tørkestress, er varmesjokkprotein, protein som regulerer plantevekst og nokre typar protein som er aktive i frøutviklinga og som òg bind vatn eller overskot av ion.

Eitt gen påverkar produksjon av fleire protein

Det er vanskeleg å lage tørketolerante plantar ved å setje inn berre eitt gen, og ein har derfor gått over til å setje inn gen som gjer at det blir produsert mange protein samstundes. Dette er gjerne gen for transkripsjonsfaktorar som blir skrudde på ved stress. Transkripsjonsfaktorar er spesielle protein som bind seg til DNA og styrer uttrykket av ei rekkje andre protein. Kuldesjokkprotein CspB som Monsanto har brukt til å lage genmodifisert mais som toler tørke, er meint å verke på ein liknande måte; når CspB bind seg til RNA-trådar, som er kopiar av DNA-koden som blir brukt for å lage protein, aukar produksjonen av mange protein.

Tid og stad for proteinuttrykk

Når ein genmodifiserer ein plante, må ein i tillegg til genet for den nye eigenskapen

setje inn ein ekstra gensekvens (promotor) som startar opp lesinga av genet og dermed produksjonen av det nye proteinet. Dei promotorane som har vore mest brukte i genmodifiserte plantar til no, set i gang produksjonen av det nye proteinet i alle vev til ei kvar tid. Det kan skade plantane dersom dei produserer stressprotein utan å vere utsette for stress, og ein bør derfor bruke ein promotor som berre startar opp produksjonen av stressprotein når det er tørke. Monsanto har derimot brukt ein promotor frå ris som er på heile tida, i sin genmodifiserte mais.

Det viser seg å vere mykje vanskelegare å lage genmodifiserte plantar med samansette eigenskapar, som tørketoleranse, enn å setje inn eit gen som lagar ei insektgift. Derfor er ingen tørketolerante jordbruksvekstar komne på marknaden hittil, og sjølv om det har vore forska på slike vekstar eit par tiår, ser det ut til at vi må vente på dette ei stund til.

Kjelder:

- Ashraf, M. (2010) *Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. Biotechnol Adv* 28, 169–183.

- Bhatnagar-Mathur, P. et al. (2008) *Transgenic approaches for abiotic stress tolerance in plants: retrospect and prospects. Plant Cell Rep* 27, 411–424.