



KUNNSKAPSHEFTE
GMO I MAT OG FÔR



INNHold

05 FORORD

KAPITTEL 1

08 1 GENETIKK OG GENTEKNOLOGISKE METODER

08 1.1 GENER OG DERES FUNKSJON I ORGANISMEN

Hva er et gen?

Hva er DNA?

Genteknologisk ordbok

Hvilken funksjon har et gen i kroppen?

Samspeillet mellom gener

09 1.2 GENENES ROLLE I EVOLUSJONEN AV LIVET PÅ JORDA

09 1.3 GENMODIFISERING – Å FORANDRE GENER MED GENTEKNOLOGI

Hva vil det si å genmodifisere?

Hvordan kan vi greie å forandre på gener?

Hvordan finner vi en vellykket GMO blant mange individer?

11 1.4 DE GAMLE GMO-ENE.

12 1.5 DE NYE GMO-ENE

13 1.6 HVA SIER FORSKERNE OM RISIKOEN VED GMO?

14 1.7 GENMODIFISERING VERSUS NATURLIGE, SPONTANE MUTASJONER

Er de gamle GMO-ene det samme som naturlige mutasjoner?

Er de nye genredigerte GMO-ene det samme som naturlige mutasjoner?

Ikke-tilsiktete (off-target)-effekter ved genredigering

Er det mulig å regulere bruken av CRISPR?

17 1.8 ER GENMODIFISERING OG GENREDIGERING DET SAMME SOM KONVENSJONELL AVL?

17 1.9 GAMLE OG NYE GMO-ERS EFFEKTER PÅ ØKOSYSTEMNIVÅ

19 1.10 GENDRIVERE

19 1.11 SYNTETISK BIOLOGI

KAPITTEL 2

22 2 30 ÅR MED GMO-LANDBRUK: HVILKE ERFARINGER KAN VI HØSTE?

Status for dyrking i dag
Avlingsnivå – løfter som ikke ble innfridd
Økt bruk av sprøytemidler og kraftig utvikling av resistensproblemer
Uakseptable følger for konvensjonelle og økologiske bønder
Hvem skal kontrollere matfatet?
Et bondemøte på Hedmarken

KAPITTEL 3

27 3 DE NYE GENREDIGERTE GMO-ENE OG NORSK LANDBRUK

KAPITTEL 4

31 4 GMO I ET NORD-SØR-PERSPEKTIV

Ny strategi for innføring av GMO i sør?
Paradoks at vi ikke bruker mer ressurser der vi vet at det hjelper
Bønders rettigheter

KAPITTEL 5

35 5 FORBRUKERRETTIGHETER OG POLITISK ANSVAR

Norske forbrukere like kritiske som resten av europeerne
GMO-merking av mat er et minstekrav
Skal den etiske forbruker redde verden?
For å sikre valgfriheten må noen opprettholde markedet for GMO-fritt
Norske dagligvarekjeder er på lag med forbrukerne

KAPITTEL 6

38 6 KRAV TIL LOVREGULERING, SPORBARHET OG MERKING

Status for GMO og genteknologiloven
Genredigerte organismer må reguleres gjennom genteknologiloven
Sporing er en forutsetning for valgfrihet for forbrukeren
Sporing er en forutsetning for overvåking av økosystemer
Nettverket støtter Bioteknologirådet i ønsket om moratorium på gendrivere

KAPITTEL 7

41 7 HVA SLAGS MATPRODUKSJON ØNSKER VI – HVA ER VÅRT ALTERNATIV?

Den norske modellen og retten til matsuverenitet
Handelspolitikk og internasjonale kjørerregler for matproduksjon
Agro-økologi framfor agro-business
Familielandbruk og bruk av lokale, fornybare ressurser mest effektivt
Teknologioptimisme eller GMO som politisk sovepute

KAPITTEL 8

45 8 KORTVERSJON AV KUNNSKAPSHEFTET

54 REFERANSER



FORORD

Nettverk for GMO-fri mat og fôr ønsker med dette studietilbudet å bidra til økt kunnskap og debatt om genteknologi i Norge. Studietilbudet finnes både elektronisk og på papir. Fordelen med den elektroniske versjonen er at du kan klikke deg rett inn på videoklippene, vi har imidlertid lagt opp heftet slik at du fint kan bruke papirutgaven alene. Den elektroniske versjonen vil bli oppdatert når det skjer vesentlige endringer i forhold til GMOsituasjonen i Norge. Kunnskapsheftet kan leses av enkeltpersoner, legges opp som studiesirkel eller brukes på temakvelder i organisasjoner og bedrifter. Studietilbudet er godkjent og registrert i Studieforbundet Næring og Samfunn.

Vår ambisjon har ikke vært å lage en fullstendig oversikt over alt som skjer innen genteknologien. Det vi ønsker er å bygge kunnskap og å stille viktige spørsmål om genteknologi ut fra *vårt perspektiv*.

Vi har følgende formål for vårt arbeid:

- Nettverk for GMO-fri mat og fôr arbeider for å sikre forbrukere og matprodusenter retten til å velge GMO-fri mat, fôr, frø og dyr.
- Nettverk for GMO-fri mat og fôr skal bidra til en restriktiv praksis for bruk av GMO nasjonalt og internasjonalt
- Nettverk for GMO-fri mat og fôr skal gjennom oppbygging og spredning av kunnskapsbasert informasjon bidra til en demokratisk debatt om GMO
- Nettverk for GMO-fri mat og fôr er ikke prinsipielt mot genteknologi og GMO, men skal være en pådriver for uavhengig forskning og en føre-var basert tilnærming innen lovregulering og anvendelse av GMO

Nettverkets arbeid er avgrenset til spørsmål om GMO i matproduksjon. Vi er ikke mot bruk av GMO til innesluttet bruk, for eksempel i produksjon av medisiner. Du kan lese mer om Nettverket på <http://gmofrimat.no>

Nettverket har engasjert seg mot godkjenning av de såkalt «gamle» GMO-ene som i hovedsak er resistente mot sprøytemidler og/eller enkelte insekter. Når det gjelder de såkalt «nye» genredigerte GMO-ene er det behov for mer kunnskap. Vi støtter derfor forskning, men mener det er påkrevet med lovregulering, merking og sporing på linje med det som gjelder for dagens GMO-er.

I arbeidet med studietilbudet har vi hentet viktige bidrag fra:

Aftenposten INNSIKT, Genialt/Bioteknologirådet, GenØk- Senter for Biosikkerhet, Norges Bondelag, Miljødirektoratet, Forskning.no, Oikos, NIBIO, Agri Analyse og Utviklingsfondet. Vi takker også for god hjelp til kvalitetssikring fra dyktige fagfolk. Ingen nevnt, ingen glemt.

Alle artiklene står for forfatternes egen regning. Kapittel 1 er forfattet av Sidsel Børresen, biolog, cand.real med hovedfag innen genetik, UiO. De øvrige kapitlene er forfattet av Aina Bartmann, daglig leder i Nettverket. Bartmann har tidligere vært medlem av Bioteknologinemnda (rådet i dag) og styreleder i GenØk-Senter for Biosikkerhet.

Vi håper mange vil ha glede av dette kunnskapsheftet og at det vil bidra til mer debatt om genteknologi og viktige vegvalg framover.

Oslo 20. april 2017

Sidsel Børresen og Aina Bartmann



KAPITTEL 1

GENETIKK OG GENTEKNOLOGISKE METODER

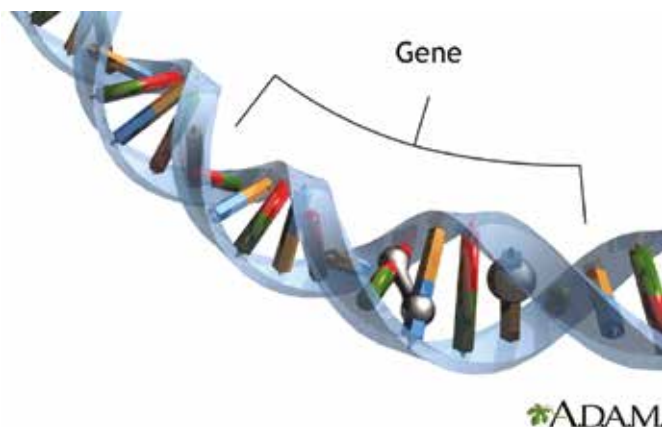
1.1 GENER OG DERES FUNKSJON I ORGANISMER

Hva er et gen?

Et gen er et arveanlegg. Alle levende organismer, fra bakterier og virus til planter, dyr og mennesker, har gener. Genene fungerer på samme måte i alle slags organismer. De befinner seg inne i cellene, og alle genene til en organisme er til stede i hver eneste av organismens celler. I spesialiserte celler er det forskjellige gener som er aktive. Eksempler på dette kan være hårceller, tarmceller og celler i øyet hos mennesker. De samlede genene til en organisme kalles organismens genom.

Hva er DNA?

Gener består av DNA. DNA er et trådformet molekyl, og genene ligger på denne tråden i form av bestemte, avgrensede områder. I tillegg til de områdene av DNA som er kjente gener, inneholder hver celle mye DNA-tråd som vi ikke kjenner betydningen av. Hos mennesker utgjør dette DNA-et så mye som 98% av en celledes totale DNA. Vi har visst lite om funksjonen til alt dette DNA-et, som til nå har blitt kalt «søppel-DNA». I januar 2017 publiserte forskere fra San Francisco helt nye funn som viser at deler av «søppel-DNA-et» har nøkkelfunksjoner som er avgjørende for at cellene lever og vokser som normalt! I tiden som kommer vil vi ganske sikkert få en ny forståelse av hva et gen er, og hvordan samspillet mellom gener foregår inne i cellene.



Del av DNA-molekyl. Foto: Adam Images

GENTEKNOLOGISK ORDBOK

- **GEN:** Arveanlegg
- **MUTASJON:** Endring i arveanlegg (gen)
- **ALLEL:** Utgave av et gen
- **GENOM:** Samlebetegnelse på alle genene til en organisme.
- **GENMODIFISERING:** Å forandre gen(er) i en organisme ved hjelp av genteknologi
- **GENREDIGERING:** En ny og mer effektiv måte å genmodifisere på.
- **GMO:** En organisme som har fått genene sine forandret ved bruk av genteknologi.
- **CRISPR/ Cas9**, eller bare CRISPR: Den mest brukte genredigeringsmetoden. I dette heftet brukes betegnelsen CRISPR.
- **Cas9:** Et enzym som brukes som «saks» til å klippe DNA-tråden ved genredigering.
- **En gammel GMO:** En GMO som har fått satt inn nytt DNA ved hjelp av genkanon, virus eller bakterier. Alle GMO-er før 2012 ble laget på denne måten. Uppreis, kostbar og tidkrevende metode.
- **En ny GMO:** En GMO som er laget ved genredigering. Metoden ble lansert i 2012. Den er presis fordi man kan bestemme hvor i genomet modifiseringen skal skje. Man kan endre eller ødelegge (slå ut) cellens egne gener, eller man kan tilføre fremmed DNA.
- **GENDRIVER:** En videreføring av CRISPR-metoden. I tillegg til å utføre genredigering legger forskerne inn en «beskjed» om at forandringen skal gjelde begge cellens arveanlegg. Forandringen (mutasjonen) har da fått koplet på en «motor» som gir den forkjørsrett gjennom evolusjonen.

Hvilken funksjon har et gen i kroppen?

Forskere hadde lenge skjønnet at celler måtte inneholde noe de kalte arvestoff. I 1953 forsto de hva arvestoffet (genene) besto av. Etterhvert forsto de også hvordan genene kunne inneholde informasjon om hva et frø eller et befruktet egg skulle utvikle seg til. Om det skulle bli et menneske, en torsk, en meitemark, en blåveis, eller en bakterie. Da oppdaget forskerne at informasjonen om hva noe skal bli til ligger i genenes kjemiske oppbygning. Gener er rett og slett *oppskrifter på proteiner, skrevet på genspråk*. Språket har et «alfabet» på fire bokstaver: A, T, C og G, og alle «ordene» er skrevet

med ulike kombinasjoner av tre av disse bokstavene. Hvert ord betyr en aminosyre, som er en byggestein i et protein. Cellene «leser» genet som en oppskrift og lager deretter proteinet ved å koble riktige aminosyrer sammen. Proteinene er de mest avanserte molekylene i en organisme. Det er proteiner som avgjør hvilken art og hvilket individ som skal vokse fram. Alle levende organismer bygger sine egne proteiner etter oppskrift fra genene. Byggesteinene til dette arbeidet er aminosyrer, som organismene får tilført gjennom maten de spiser eller næring som tas opp på annen måte.

Samspillet mellom gener

Lenge trodde man at ett gen inneholdt informasjonen for én egenskap. Man trodde at sammenhengen var som å trykke på en knapp, og få et resultat. Men etter hvert ble det klart at virkeligheten er mer komplisert enn som så. Man fant ut at ett gen kunne påvirke flere egenskaper, og én egenskap kunne bli styrt av flere gener i samspill. Senere har man også funnet gener som fungerer som kontrollører. De får andre gener til å skru seg av eller på, og får flere gener til å spille sammen, som i et symfoniorkester.

Helt nye oppdagelser viser at mye av DNA-et som vi til nå har trodd ikke hadde noen funksjon, spiller en viktig rolle i reguleringen av det som skjer i en celle¹. Samspillet mellom gener i en celle ser derfor ut til å være enda mer komplisert og dynamisk enn vi har trodd. Men for noen av de genene vi vet mest om viser sammenhengen seg å være omtrent så enkel som vi først trodde, at ett gen gir én egenskap som resultat. Dette gjelder for eksempel genet for fargeblindhet hos mennesker og flere kjente genetiske sykdommer. Systemet fungerer altså forskjellig for forskjellige gener.

1.2 GENENES ROLLE I EVOLUSJONEN AV LIVET PÅ JORDA

En forandring i et gen kalles en *mutasjon*. Mutasjoner har vært en nødvendig forutsetning for all evolusjon. Uten mutasjoner ville livet på jorda fremdeles ha vært noen små encellede organismer som levde i en slags ur-suppe. De fleste mutasjoner er skadelige, men en sjelden gang skjer det en fordelaktig mutasjon. Indivi-

dene som får denne mutasjonen vil ha litt større sjanse til å overleve og føre genene sine videre. Og slik har alle livsformer gradvis, og over enormt lang tid, utviklet seg til det biologiske mangfoldet vi har i dag.

I en populasjon (en gruppe individer av samme art) vil det finnes flere varianter av de fleste gener. Disse er oppstått ved mutasjoner, og kalles utgaver eller *alleler* av genet. Eksempel: Gener for blå og brune øyne hos mennesker.

Det er en fordel at individene innen en art har *litt* forskjellige alleler, og det blir spesielt viktig med genetisk variasjon ved miljøforandringer. Hvis alle individene er helt like, er det større risiko for at arten skal bli utryddet dersom omgivelsene endres. Dette antas å være hovedgrunnen til at de mer høytstående former for liv «holder seg med» kjønnet formering, til tross for at det både er ressurskrevende og risikofyllt. Ved kjønnet formering blir arvestoffet nemlig stokket om og «delt ut» på nytt, slik at det enkelte individet får en ny kombinasjon av alleler. Dette bidrar til den viktige variasjonen som kalles *genetisk diversitet* blant individer av samme art, noe som sikrer artens tilpasningsevne.

1.3 GENMODIFISERING – Å FORANDRE GENER MED GENTEKNOLOGI

Hva vil det si å genmodifisere?

Genmodifisering vil si å endre på den kjemiske oppbygningen av DNA ved hjelp av genteknologi. Man kan forandre litt, eller mye. Fra 1990-tallet har *genmodifisering* i praksis handlet om å sette biter av fremmed DNA inn i DNA-et til den organismen vi ønsker skal få nye egenskaper. Den fremmede DNA-biten kan komme fra en helt annen art (den genmodifiserte organismen kalles *transgen*), eller fra et annet individ av samme art (den genmodifiserte organismen kalles *cisgen*). De siste årene har nye metoder som kalles *genredigering* blitt tatt i bruk. Med genredigering kan vi blant annet gjøre forandringer i cellens gener uten å sette inn fremmed DNA. Det fins flere metoder for genredigering, men etter 2012-13 er det metoden som kalles CRISPR som er mest brukt.

Hvordan kan vi greie å forandre på gener?

Vi kan forandre på gener ved hjelp av genteknologi. Det første vi må gjøre er å kutte over organismens eget trådformete DNA-molekyl. Deretter må vi lime inn det fremmede DNA-et. Som «saks» og «lim» bruker man visse kjemiske stoffer. Det er viktig at vi kutter på rett sted, og limer sammen de bitene vi ønsker. Og alt dette skal skje inne i kjernen til en bitteliten celle!

Hvordan får man så det fremmede DNA-et inn i en cellekjerne? For de gamle GMO-ene fins flere metoder: Man kan bruke en såkalt genkanon som skyter det fremmede DNA-et inn i cellen, eller man benytter et ufarlig virus, eller deler av en bakterie, som transporterer de fremmede genene inn i cellen. I noen tilfeller bare sprøytes DNA-et inn. I disse prosessene blir det fremmede DNA-et tilfeldig plassert i GMO-ens genom.

I de nye genredigerte GMO-ene brukes mye av de samme metodene for å få tilgang til cellens genom. Men da bringes også oppskriften på enzymet Cas9,

som kutter DNA, inn i cellen sammen med *den genetiske adressen til stedet i genomet hvor det skal feste seg*. De nye, genredigerte GMO-ene blir altså laget ved hjelp av at enzymet Cas9 får nøyaktig beskjed om hvor det skal kutte. Deretter utnyttes cellens eget system for å reparere DNA for å få til den forandringen man ønsker. Det kan være en fremmed DNA-bit som skal inn, eller det kan være man ønsker å forandre på cellens eget DNA, for eksempel å sette et gen ut av spill.

Genredigering er en mye mer presis metode enn den genmodifiseringen vi har hatt til nå. Men man kan ikke være sikker på at det ikke skjer endringer også andre steder i cellens DNA, som har liknende genetisk adresse som stedet man ønsket å endre. Dette kalles *off-target* (ikke-tilsiktet)-effekt, og er et kjent problem ved bruk av CRISPR. Se nærmere omtale under punkt 1.7. I lenken nedenfor finnes en animasjon av hvordan CRISPR foregår:

<http://forskning.no/dna-genteknologi/2016/12/er-du-klar-til-gjore-arhundrets-viktigste-valg-uforberedt-pa-kjempedilemma>

«Mutasjoner har vært en nødvendig forutsetning for all evolusjon.»



Hvordan finner vi en vellykket GMO blant mange individer?

Det er mye prøving og feiling i genteknologien. Derfor må man alltid undersøke om det ønskede genet har kommet på plass, og om det fungerer slik man ønsker. Men det man jobber med er altfor lite til å kunne observeres direkte. I de gamle GMO-ene kopler man derfor et markørgen til det innførte genet. De mest vanlige markørene har vært gener som gjør den genmodifiserte planten motstandsdyktig (resistent) mot antibiotika eller et sprøytemiddel. I tillegg til å ha fått det ønskede genet vil disse individene være motstandsdyktige mot antibiotika-behandling eller sprøyting, og vil være de eneste som overlever slik kjemisk behandling. Men antibiotikaresistens er et globalt helseproblem. Ved å sette gener for antibiotikaresistens inn i GM-planter som skal brukes til mat og fôr, er man redd for at resistensen blir overført til sykdomsfremkallende bakterier i tarmene hos mennesker og dyr. Da vil ikke antibiotika virke mot sykdommer fremkalt av disse bakteriene. Man prøver derfor å finne fram til andre markører som kan fungere på tilsvarende måte, slik at vi får sortert ut de «vellykkede» individene uten å bruke antibiotika.

Med de nye genredigerte GMO-ene ønsker man å unngå å sette inn fremmed DNA, og bruker helst ikke markørgener. Man kan velge ut de individene som er blitt genredigert ved å sekvensere (kartlegge) genomet. Dette må man uansett gjøre for å undersøke om det har skjedd flere forandringer i DNA-et enn det man hadde planlagt, altså *off-target-effekter*. I dag må det gjøres ved at hele genomet sekvenseres både før og etter genredigeringen, noe som er en ganske omfattende prosess.

Til slutt må både de nye og de gamle GMO-ene testes for viktige egenskaper, som levedyktighet i naturen, næringsinnhold, smak, fruktbarhet osv. Dette tar tid. Deretter må hver enkelt GMO risikovurderes ut fra kriterier i lov og regelverk.

Innesluttet bruk og utsetting

Genteknologiloven setter strenge regler for hvordan forskning med genmodifisering kan foregå. Det skilles mellom innesluttet bruk (det som foregår innenfor laboratoriets fire vegger) og utsetting i det fri. Til innesluttet bruk regnes også genteknologi anvendt i medi-

sinsk forskning og behandling. Et eksempel på dette er bruk av genmodifiserte bakterier eller gjær til å produsere insulin, som er en nødvendig medisin til mennesker med diabetes. Tidligere måtte insulinet hentes fra storfe, svin eller fisk. I dag brukes genmodifiserte organismer til å produsere menneskelig insulin. Dette insulinet er renere og dessuten billigere enn insulinet hentet fra dyr.

Dersom en GMO settes ut i naturen oppstår en helt annen og uoversiktlig situasjon. Før dette kan skje, må mange spørsmål omkring GMO-ens mulige påvirkninger på andre arter og samspillet i økosystemet undersøkes og besvares. To ekspertutvalg avleverte fylldige rapporter om dette i 2011 og 2013. Arbeidet ble ledet av Bioteknologinemda (nå Bioteknologirådet) på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (nå Miljødirektoratet). Rapportene beskriver mulige konsekvenser av utsetting, og inneholder oversikt over omfattende kriterier som bør innfris før en GMO kan settes ut i naturen¹¹. Over dette spørsmålet om utsetting hviler et alvorlig perspektiv: *Det du har satt ut i et økosystem kan ikke tas tilbake*. Mulige økologiske konsekvenser av GMO-planter er grundig behandlet i punkt 1.9.

«Det du har satt ut i et økosystem kan ikke tas tilbake.»

1.4. DE GAMLE GMO-ENE

Siden genmodifisering ble utviklet som metode har forskere forsøkt å framstille kulturplanter med nye og nyttige egenskaper (GM-planter). I flere prosjekter har målet vært å lage planter med bedre næringsinnhold eller bedre klimatilpasning, men fram til nå har det stort sett vært to dyrkingsegenskaper som har vært tatt i bruk: *Sprøytemiddelresistens*, som vil si at planten er genmodifisert til å tåle et spesielt sprøytemiddel, og *insektresistens*, der planten selv produserer et stoff som er giftig for insekter. Noen GM-planter har fått satt inn gener for begge disse egenskapene. Stadig flere av GMO-ene som selges i dag er krysninger mellom plan-

ter som er resistente mot flere sprøytemidler og som produserer flere insektgifter.

I de sprøytemiddelresistente plantene er det satt inn ett eller flere gener som gjør at plantene opphever eller omgår virkningene til ett eller flere sprøytemidler. Dermed kan en drepe ugraset med sprøytemiddelet som kulturplanten er resistent mot, mens kulturplanten blir stående uskadd igjen på åkeren. De mest brukte sprøytemidlene er glyfosat (Roundup) og glufosinat, eller begge deler. Glyfosat står på Verdens helseorganisasjon sin liste over mulig kreftfremkallende stoffer, og glufosinat er så giftig at det er forbudt i Norge og under utfasing i EU. De senere årene er flere forskjellige sprøytemidler tatt i bruk. Et annet uttrykk for sprøytemiddelresistens er *herbicidresistens*. Sprøytemiddelresistente planter kalles derfor ofte HR-planter.

Insektresistente GM-planter har fått satt inn ett eller flere gener fra jordbakterien *Bacillus thuringiensis* (Bt), og blir derfor kalt Bt-planter. Bakteriegenene som er satt inn gjør at planten lager nye proteiner som ødelegger tarmene hos insekter som spiser planten, og insektene dør.

1.5. DE NYE GMO-ENE

De nye GMO-ene er genredigerte. Omtrent all genredigering gjøres i dag ved bruk av CRISPR/Cas9-teknikken. Der benytter man seg av et immunsystem hos bakterier. Dette har lenge vært kjent, men i 2012 oppdaget to forskere at systemet kunne anvendes til å endre DNA i andre typer celler. Et halvt år senere viste en tredje forsker at teknikken virker i alle typer celler, også på pattedyr og mennesker^{III}. Fra 2013-14 har svært mange genteknologer tatt denne teknikken i bruk, og antallet publikasjoner om CRISPR-basert forskning har økt eksponentielt. Det meste av forskningen har til nå dreiet seg om grunnforskning og sykdomsbehandling, men anvendelse innen landbruk og matproduksjon er på full fart inn.

Det er flere grunner til at CRISPR har blitt så populært. I mange tilfeller ønsker man bare å få ødelagt et eksisterende gen så det ikke lenger er aktivt. Dette kalles *å slå ut genet*. Denne anvendelsen av CRISPR har på kort tid blitt tatt i bruk innen grunnforskning over hele verden. Man slår ut gener, og ser hvilke konsekvenser dette får for organismen. Da får man vite mye om hvilken egenskap genet som ble slått ut påvirker. Genredigering virker bra til å lage nye mutanter, eller fjerne små biter av DNA, men det går også an å sette inn nytt DNA.

GAMLE GMO-er (anvendt fra 1990-tallet)	NYE, GENREDIGERTE GMO-er (anvendt fra 2013)
Uppresis teknikk. Skyter i blinde inn i cellen.	Treffer presist på området i DNA, men kan treffe andre utilsiktede steder i tillegg
Ofte nødvendig å anvende store biter DNA	Kan lage små endringer i DNA
Tilfører fremmed DNA	Kan endre cellens eget DNA, eller tilføre fremmed DNA
Nødvendig med markør for å identifisere individene som er blitt genmodifisert	Ikke nødvendig med markør, men må sekvensere etter redigering for å sjekke for utilsiktede forandringer.
Ikke god nok oversikt over konsekvenser for cellens interne funksjoner eller samspill med andre gener	Ikke god nok oversikt over konsekvenser for cellens interne funksjoner eller samspill med andre gener
Ikke oversikt over konsekvenser for andre arter og samspill i økosystemet	Ikke oversikt over konsekvenser for andre arter og samspill i økosystemet
Reguleres av genteknologiloven	Reguleres av genteknologiloven

CRISPR er i dag den klart raskeste og billigst tilgjengelige metoden å genmodifisere på. Har du tilgang til et laboratorium kan du få kjøpt det du trenger til CRISPR på nettet. CRISPR er også lansert som metode som kan brukes for genmodifisering innen landbruk og matproduksjon, men foreløpig (mars 2017) er det ingen CRISPR-planter eller dyr som er på markedet. I Norge vil det trolig bli mest aktuelt å ta CRISPR i bruk innen svineavl, oppdrett og jordbærproduksjon, men det er ennå ikke utviklet et system for å bruke CRISPR i jordbær, så det er fortsatt en vei å gå for denne anvendelsen. Du kan lese mer om disse prosjektene i kapittel 3.

Ellen Jorgensen er en kjent amerikansk molekylærbiolog, som forlot bioteknologi-industrien i 2009 for å starte et ikke-kommersielt, offentlig laboratorium med hovedformål å gjøre bioteknologisk kunnskap tilgjengelig for folk flest. I et 10-minutters foredrag på TED-TV forklarer hun hva CRISPR er, og tar et oppgjør med påstandene om at metoden kun er billig og enkel. Hun framhever også hvor mye vi ikke vet om alle prosessene som foregår internt i celler.

<https://www.youtube.com/watch?v=1BXYSGepx7Q>

1.6 HVA SIER FORSKERE OG FAGMILJØER OM RISIKOEN VED GMO?

Er det noen risiko ved å anvende GMO? Dette spørsmålet har ikke noe enkelt svar. Ut fra kunnskap om hvordan biologiske systemer fungerer, er det mulig at genmodifisering kan ha virkninger som det er vanskelig å forutse. Uforutsette virkninger kan oppstå på flere nivåer:

- Internt i cellens genetiske apparat.
- I måten en genredigert organisme fungerer.
- I økosystemet der planten skal dyrkes.
- I kroppen til dyret eller personen som skal spise planten.

I hvilken grad skjer slike utilsiktede virkninger? Og om de oppstår, er de farlige? Hvor stor er risikoen, og hvordan kan vi kontrollere bruken av GMO på en trygg måte? Om dette strides de lærde, og debatten har til tider blitt både polarisert og krass.

Påstanden om at det er vitenskapelig konsensus om at GMO-er er trygge å anvende blir ofte fremstilt som en sannhet. Men det er uenighet blant forskerne. Blant de som maner til forsiktighet er blant annet mer enn tre

Foto: Neha Viswanathan



hundre uavhengige forskere som har tatt til motmæle mot påstanden om at det er vitenskapelig enighet om at GMO er uten risiko. Alle disse forskerne er uavhengige, og har doktorgrad. Forskerne er ikke prinsipielt imot GMO, men i en uttalelse dokumenterer de en rekke virkninger på dyrehelse og miljø ^{IV}.

Med genmodifisering bryter man seg inn i cellens DNA på radikalt vis, og produserer uoversiktlige situasjoner i et omfang og et tempo som hittil er ukjent i livets historie på jorda.

En artikkel i Aftenpostens månedsmagasin Innsikt fra desember 2015 har overskriften «Ingen konsensus om GMO-er». Forfatterne er leder i Bioteknologirådet, Kristin Halvorsen, daværende direktør i Bioteknologirådet, Sissel Rogne og seniorrådgiver på samme sted, Audrun Utskarpen ^{IV}. I artikkelen sier de:

«Det er ikke riktig som noen hevder, at det er enighet blant eksperter om at genmodifisert mat er trygt. Tvert imot er det så mye usikkerhet, og mange ser så lite samfunnsnytte i de GMO-ene som finnes i dag, at EU-landene ikke kommer til enighet seg imellom om hvordan de skal håndtere søknadene fra produsenter om å få godkjent GMO.»

Både i Norge og i EU er det vitenskapskomitéer som skal vurdere om en GMO er trygg. De skal både vurdere sannsynligheten for uønskede helse- og miljøeffekter og konsekvensene hvis slike effekter inntreffer. Men ofte vurderer de bare sannsynligheten og ikke konsekvensene. Artikkelforfatterne sier det slik:

«Risiko må ikke forveksles med sannsynlighet. Risiko er sannsynligheten for at noe uønsket skal skje, ganget med konsekvensene hvis det skjer. Det betyr at dersom noe er lite sannsynlig, men at konsekvensene er store, er risikoen høy. Dersom de som skal bestemme om en GMO skal godkjennes eller ikke, ikke får vite om mulige konsekvenser og usikkerhet, kan de heller ikke ta en velbegrunnet av-gjørelse.»

I artikkelen pekes det videre på at det ofte er mangler ved forskningen som legges til grunn for vurderingene av en GMO. Selv om det viser seg at GMO-dyrking over tid fører til mer bruk av sprøytemidler, blir ikke GMO-ene undersøkt for innhold av sprøytemiddelrester. Foringsstudier med forsøksrotter varer gjerne i 90 dager, noe som bare tilsvarer 10 år av et menneskes liv, og i forsøkene blir ikke virkestoffet testet på samme måte som de vil opptre i mat og fôr.

Forskere som er økonomisk uavhengige har problemer med å få tilgang til genmodifisert materiale. Bioteknologirådets ledelse krever derfor mer åpenhet og bedre tilgang til forskningsmateriale:

«GMO-er er ofte patenterte, slik at andre må ha lisens fra den som har patentet, for å bruke materialet til forskning. Til nå har dette vært vanskelig. Forskere kan også være nødt til å skrive kontrakter med GMO-produsenten om at produsenten kan lese artiklene og eventuelt legge ned veto mot publisering. Hovedtyngden av dokumentasjonen som myndighetene bruker i risikovurderingen, kommer fra produsentene og er ikke offentlig tilgjengelig.»

Avslutningsvis peker forfatterne på at det er stor forskjell på det å være i en vitenskapelig komité som har ansvaret for å få all dokumentasjon på bordet og vurdere kvaliteten på den, og det å skulle ta ansvaret for å si at en sprøytemiddelresistent GMO er trygg å spise når det både er usikkerhet og mangelfull dokumentasjon knyttet til GMO-en. De peker videre på behovet for uavhengige vitenskapelige fagkomitéer, og at disse komitéene ikke må gå ut over oppdraget sitt, men la politikerne utforme politikken.

1.7 GENMODIFISERING VERSUS NATURLIGE, SPONTANE MUTASJONER

Det oppstår ofte feil i DNA når celler deler seg i forbindelse med vekst og vedlikehold i organismer. Dette er såkalte spontane, naturlige mutasjoner. DNA kan også bli forandret utilsiktet ved miljøpåvirkning utenfra, som stråling fra verdensrommet, fra radioaktive bergarter i jordskorpen (radongass), eller av kjemiske miljøpåvirkninger vi utsetter oss for, for eksempel

«Et sentralt tema i GMO-debatten er om genmodifisering kan sies å være det samme som en naturlig (spontan) mutasjon.»

røyking. Dette regnes også som naturlige mutasjoner. Mutasjoner skjer i arvestoffet til alle levende planter og dyr.

Et sentralt tema i GMO-debatten er om genmodifisering kan sies å være det samme som en naturlig (spontan) mutasjon. Hvis så er tilfelle, og alt liv på jorda har vært gjenstand for forandring av DNA-et siden tidenes morgen, hva er da så betenkelig ved at vi forandrer gener i maten som vi eller husdyra våre skal spise? Er det så galt å hjelpe naturen litt? Disse spørsmålene er blitt ytterligere aktualisert ved bruken av genredigering.

DNA er cellenes gullbeholdning. Cellene har derfor utviklet effektive forsvars- og reparasjonssystemer overfor angrep på DNA-et. Genmodifisering, genredigering inkludert, dreier seg om å forandre DNA-et ved å overvinne eller manipulere cellens naturlige forsvars- og reparasjonssystemer. Genteknologene bryter seg inn i cellens DNA ved hjelp av kraftfulle, genteknologiske verktøy og forandrer DNA-et. Men hvordan vil det fremmede eller endrede DNA-et komme til å «spille sammen med» mottakerens egne gener? Hva om det nye genet ikke lyster de overordnede kontrollsystemene i cellen? Og kan cellens egne systemer bli forstyrret av det fremmede genet? Spørsmålene er mange, og resultatene kan bli overraskende. Med genmodifisering bryter man seg inn i cellens DNA på radikalt vis, og produserer uoversiktlige situasjoner i et omfang og et tempo som hittil er ukjent i livets historie på jorda. Og med de nye oppdagelsene om at det såkalte «søppel-DNAet» har viktige funksjoner, blir disse spørsmålene ytterligere aktualisert.

Er de gamle GMO-ene det samme som naturlige mutasjoner?

For de gamle GMO-ene er forandringene ved genmodifisering mer omfattende enn tilfellet er ved mange naturlige mutasjoner. I genmodifisering har det til nå dreid seg om relativt store biter av DNA, som ofte kommer fra fjerntstående arter og som gir planten radikalt

nye egenskaper. Etter at den fremmede DNA-biten har kommet inn i cellens genom, må en GM-plante gjennom flere prosedyrer i laboratoriet før den er ferdig «laget». I disse prosessene vil det oppstå mange nye mutasjoner^v.

De fleste GM-planter som i dag er i bruk, har fått tilført de nye egenskapene sprøytemiddelresistens, insektresistens eller begge deler. Det er et omfattende problem at de tilførte egenskapene, altså motstandsdyktigheten mot sprøyting og insekter, overføres til de artene man ønsker å bekjempe, slik at de også tåler sprøytingen og Bt-plantene. Da er skadeorganismene også blitt resistente, og man er tilbake til startpunktet.

Siden en naturlig mutasjon er utprøvd i samspill over lang tid, er den mye mer stabil enn en GMO, som i denne sammenheng må anses å være et forsøk på en «quick fix», der svakheter og ulemper kan komme til syne etterhvert.

En naturlig mutasjon er en etablert versjon av et gen, som har overlevd det naturlige utvalget gjennom lange tider (evolusjonen), fordi den overfører distinkte, nyttige egenskaper til det individet som bærer dem.

Er de nye genredigerte GMO-ene det samme som naturlige mutasjoner?

Med genredigering kan man føre inn fremmed DNA, eller bare forandre på cellens eget DNA. Ofte dreier det seg bare om å slå ut et gen. Forkjemperne for genredigering bruker dette som argument for at en CRISPR-mutant kunne ha oppstått i naturen. *Men det har den ikke gjort.* Den er menneskestyrt og har oppstått gjennom konstruerte og planlagte inngrep i cellens genom. Det kan sammenliknes med hacking av cellens harddisk. Det skjer ved at genredigeringsverktøyet CRISPR/Cas9 først må greie å bryte seg gjennom det forsvarsverket cellen har mot angrep på genomet, og deretter klippe DNA-et presist og kun på det stedet man ønsker, og ikke andre steder i genomet.

Etter selve genredigeringen må også CRISPR-mutanten bearbejdes og undersøkes i laboratoriet. Disse prosedyrene kan lage nye mutasjoner. Genet som blir forandret eller skrudd av med CRISPR har dessuten i utgangspunktet en naturlig funksjon, og står sannsynligvis i samspill med andre gener i cellen. Det fins eksempler på at små forandringer i DNA kan få store konsekvenser for cellens funksjoner, og for hele organismen. I en artikkel på Forskning.no tar forsker Thomas Bøhn ved Genøk- Senter for biosikkerhet - et oppgjør med forestillingen om at små genetiske endringer gjort ved genredigering fører til små endringer i en organisme^{VI}. Ifølge en artikkel publisert i Nature fikk en enkelt genredigert mutasjon griser til å vokse svært fort og produsere store mengder kjøtt. Den ønskede vek(s)ten påvirket imidlertid det meste i disse grisene, inkludert dødelighet og dyrehelse. Grisemora hadde også problemer med å føde de store ungene.

En spontan (naturlig) mutasjon har over lang tid etablert seg og funnet sin funksjon i cellens interne prosesser og sin rolle i naturen. Den er blitt «godtatt» av samspillet på alle nivåer. En genredigert mutasjon presses fram så raskt som mulig ved hjelp av ny teknikk. Og akkurat som for de gamle GMO-ene er det bare tiden som kan vise om mutasjonen er stabil og fordelaktig på sikt.

Off-target-effekter (ikke-tilsiktede) ved genredigering

CRISPR er en presis metode på den måten at man kan bestemme hvilken basesekvens i genomet (altså hvilket område i DNA-et) som skal endres. Men man vet ikke om det fins andre steder i genomet som har omtrent samme oppbygning (genetisk adresse) som det stedet man ønsker å endre. I såfall vil disse sekvensene også forandres. Dette kalles off-target-effekter, og er en anerkjent risiko ved CRISPR.

Simon Dankel, forsker ved universitetet i Bergen, bruker denne analogien:

Det er som om noen ber deg rive huset i Kirkegata 6, men glemmer å si om det er i Oslo, Hønefoss eller Vardø.

Uten mer informasjon vet man ikke hvilken by det dreier seg om, og alle husene med denne adressen i de ulike byene rives. I genredigeringen har man ikke mulighet til å bestemme i hvilken «by» huset skal

rives. En forandring et annet sted i genomet enn der man hadde planlagt kan ha helt andre konsekvenser enn det man ønsket å oppnå.^{VII}

I etterkant kan en off-target-effekt identifiseres ved at man sekvenserer (kartlegger) hele genomet. Dette må gjøres både før og etter redigeringen, og er arbeidskrevende. Enklere, men svært upresist, kan off-target-mutasjoner identifiseres ved å se etter fenotypiske endringer, altså endringer i utseende eller funksjon hos den genredigerte organismen. Det er grunn til å spørre om en off-target-mutasjon på denne måten vil bli oppdaget tidlig nok til å unngå utilsiktede virkninger i individene og i naturen.

Er det mulig å regulere bruk av CRISPR?

En genmodifisert organisme kan identifiseres i kontrollen når det er tilført fremmed DNA. En genredigert organisme uten tilført fremmed DNA kan derfor vanskelig identifiseres med de metodene man bruker på gamle GMO-er i dag. Man kan tenke seg at ansvaret for å gjøre en CRISPR-mutant identifiserbar legges på produsenten som søker godkjenning. En CRISPR-mutant kan detekteres med sekvensering (kartlegging) av organismens DNA dersom genene er relativt mye forandret. Hvis forandringene er for små til å kunne detekteres med sekvensering, er det trolig mulig å sette inn en tag for detektering i tillegg til selve genredigeringen.

«Det er grunn til å spørre om det i dag i det hele tatt forskes for å finne fram til metoder som kan identifisere CRISPR-mutanter.»

Det er viktig at regulerende myndigheter stiller krav om at en CRISPR-mutant må være identifiserbar slik at den kan spores. Hvis en CRISPR-mutant ikke er identifiserbar er det også vanskelig å se for seg at det blir mulig å ta patent på den. I kapittel 6 kan du lese mer om hvilke krav Nettverk for GMO-fri mat stiller til lovregulering.

1.8 ER GENMODIFISERING, GENREDIGERING INKLUDERT, DET SAMME SOM KONVENSJONELL AVL?

I konvensjonell avl hjelper man en vellykket variant fram til å bli en nyttig kulturorganisme. Den vellykkede varianten (som altså er en naturlig mutant) har oppstått spontant. Spontane mutasjoner oppstår ved teknisk feil under celledelinger, eller ved påvirkning fra organismens naturlige miljø. I konvensjonell avl har vi funnet fram til naturlige vellykkede mutasjoner. Avlsarbeidet består i krysninger og diverse tilbakekrysninger. Tilbakekrysninger er nødvendig for å bli kvitt uønskede egenskaper som ofte følger med. I dette arbeidet følger vi et slags evolusjonens spill for å hjelpe fram ønskede egenskaper, og det spillet tar tid. Ved bruk av genteknologi lager ingeniøren selv mutantene. Spesielt med CRISPR går det raskt å få på plass aktuelle gener, og ingeniøren tror han er i mål og har vunnet spillet i første runde. Men da overser han at evolusjonen er et langsiktig og mangfoldig spill med kompliserte regler man ikke har oversikt over. Det er langt fram før det er mulig å se om noe blir vellykket i praksis og over tid. For en naturlig mutasjon som framkommer gjennom konvensjonell avl er spillet i stor grad avklart «underveis». For en CRISPR-mutant er spillet bare så vidt påbegynt i det øyeblikket mutanten foreligger i laboratoriet.

«Mulighetene for utilsiktede konsekvensene vil være de samme for genredigerte GMO-er som for de gamle GMO-ene.»

Til nå har det i avlsarbeidet vært laget mutasjoner ved hjelp av stråling eller kjemikalier, såkalt *mutagenese*. Dette er også et menneskestyrt inngrep i det genetiske materialet som kan gi uforutsigbare resultater. Slike mutanter må undersøkes nøye i etterkant. Metoden er omdiskutert. Likevel reguleres den ikke av genteknologiloven! Mange mener mutagenese er minst like «farlig» som genredigering, og at genredigering

derfor heller ikke bør reguleres av genteknologiloven. Legitimerer i så fall én farlig prosedyre innføring av andre potensielt risikofylte inngrep? Det er mye som tyder på at mutagenese, som var i bruk lenge før genteknologiloven kom, også burde reguleres av denne loven.

1.9 GAMLE OG NYE GMO-ER, EFFEKTER PÅ ØKOSYSTEM-NIVÅ

Genmodifisering dreide seg fra starten om å flytte DNA kunstig, ofte mellom fjerntstående arter. Dette er et radikalt inngrep. Artsgrensene brytes på en måte som ikke har forekommet naturlig i utviklingen av livet på jorda. I naturen fins mekanismer som sørger for at arts grensene opprettholdes, samtidig som det viktige biologiske mangfoldet får utfolde seg. Men i formeringsprosessen *kan* det forekomme overføring av gener mellom nært beslektede arter, enten ved vind eller insektsbestøvning. Dette kalles *genflyt*, og dette har skjedd fra genmodifiserte planter til ville slektninger. Da får vi få genetisk forurensning som kan ha konsekvenser for det biologiske mangfoldet og samspillet i økosystemet. Dersom GMO-en er en HR-plante kan ville arter, for eksempel ugras, også bli motstandsdyktige mot det aktuelle sprøytemiddelet og effekten av GMO-en vil være «brukt opp». I tillegg vil det nye, resistente ugraset få en enorm evolusjonsmessig fordel på bekostning av ugras som ikke har fått overført resistens. Det vil formere seg raskt ¹¹.

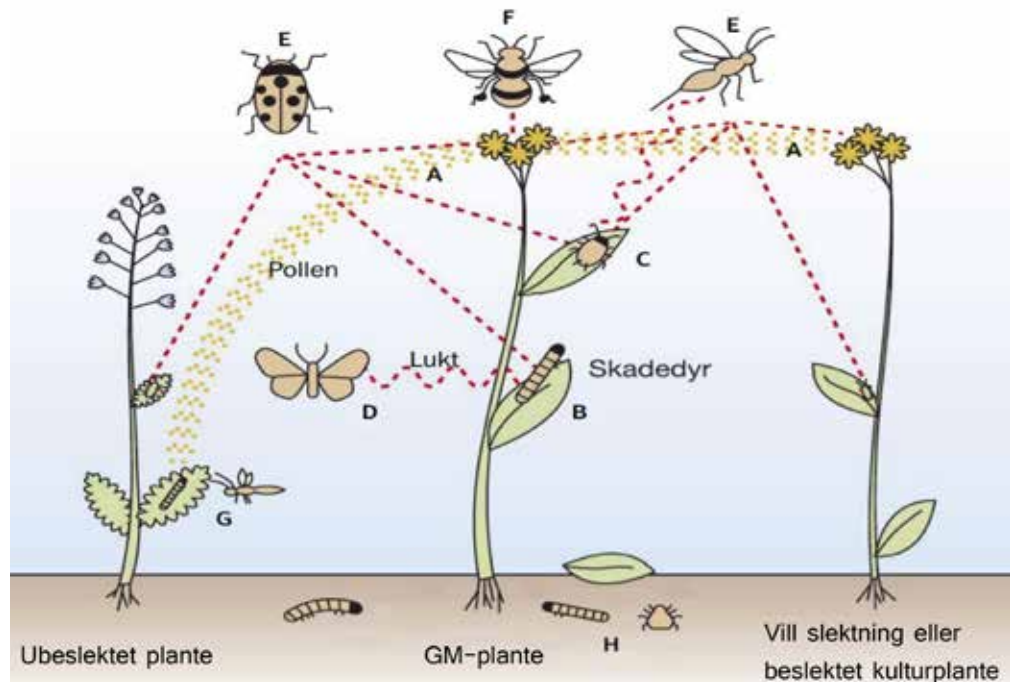
Både HR-planter og Bt-planter kan dessuten påvirke balansen mellom insektartene i økosystemet. Genmodifiseringen kan også føre til at GM-planten får endret kjemi, og derfor endret lukt, noe som kan påvirke insekters atferd. Mulige påvirkningsmåter er oppsummert i en oversikt utarbeidet av professor Eline Benestad Hågvar, NMBU. Det er ingen grunn til å tro at en genredigert organisme ikke kan ha de samme effektene i naturen som en gammel GMO.

En lite diskutert side ved bruk av genredigering er det *omfanget* spredning av nye CRISPR-mutanter kan få i naturen dersom genredigering ikke blir regulert av genteknologiloven. Til nå har et relativt lite antall gamle GMO-er vært satt ut i naturen. En årsak er at disse

GMO-PLANTENES MULIGE PÅVIRKNINGER PÅ ØKOSYSTEMET

Planten i midten er genmodifisert. Figuren viser hvordan dyr og andre planter kan påvirkes av den genmodifiserte planten gjennom:

- A) Spredning av pollen og frø
- B) Resistensutvikling hos skadedyr
- C) Nye skadedyr
- D) Endret plantekjemi
- E) Effekter på rovinsekter
- F) Effekter på pollinatorer
- G) Mindre biologisk mangfold
- H) Effekter på nedbrytere



Figur: Eline B. Hågvar

Genmodifiserte planter kan påvirke økosystemet på mange til dels kompliserte måter. Det er mange eksempler på at man har genmodifisert med én hensikt og fått helt andre resultater i praksis. Ofte har nye skadeorganismer kommet inn. Et lite utvalg av erfaringer som er gjort følger nedenfor:

A: Dyrking av GMO fører til spredning av pollen og frø fra GMO-en. For eksempel krysser GM-raps seg med åkerkål, og gir levedyktige hybrid-ugras, som er motstandsdyktig mot sprøytemiddelet som skulle drepe ugraset. Spiredyktige GM-frø overlever i jorda i årevis. Verdifulle matplanter blir genetisk forurenset. GM-mais er blitt spredd til ikke-GM-åkre i Spania (maispollen spres inntil 4,5 km). GM-raps er funnet forvillet i Canada.

B: Dyrking av Bt-vekster bidrar til utvikling av resistens mot skadedyr. Forskere har funnet både sommerfuglarver og nattflysommerfugler som er motstandsdyktige (resistente) mot giften i Bt-bomull, som skulle drepe dem.

C: Dyrking av GMO kan bidra til utvikling av nye skadedyr. Bekjempelse av koloradobille på potetplanter i USA medførte oppblomstring av potetsikader. Bladteger er et nytt skadedyr i Bt-bomullsåkre i Kina. Tegene sprer seg til områder med frukt-yrking i nærheten.

D: Genmodifisering endrer plantens egen kjemi. Dette gir endret plantelukt- og smak, og kan påvirke hvilke insekter som koloniserer og spiser planten på uventede måter. Endring i GM-potet (bitterstoffer og aminosyrer) gjorde dem mer attraktive for skadeinsektene potetsikader og potetbladlus. Kålsommerfugl trenger et spesielt stoff i kålen for å utvikle seg. For å bli kvitt kålsommerfuglen ble stoffet fjernet fra kålen ved genmodifisering. Men da viste det seg at nettopp dette stoffet hadde holdt en rekke andre skadeinsekter unna. Disse kunne nå fritt angripe kålen.

E: Naturlige fiender til skadedyr kan påvirkes (ved pollen eller lukt). Dette kan gi dårligere kontroll, eller ubalanse i økosystemet. To-prikket marihøne spiser skadelige bladlus. Marihøna fikk nedsatt fruktbarhet ved å spise bladlus på GM-planter. Samme effekt er observert på snylteveps, et annet rovinsekt.

F: GMO har effekt på pollinatorer, det vil si insekter som bestøver planter. Bt-planter inneholder pollen som er giftig for visse insektgrupper (bier, humler, rovinsekter m.m). Hele 80% av våre kulturplanter pollineres av insekter. Økologiske honningprodusenter har fått påvist GMO i honning, som gjør at denne ikke blir godkjent som økologisk.

G: Utbredt dyrking av GMO kan bidra til mindre biologisk mangfold. Det kan skje ved genetisk ensretting ved innblanding av tilførte gener, eller fortrengning av naturlige plante- og dyrearter. En oversiktsartikkel viser at 50% av de omtalte artene (plantespisere, rovinsekter og nedbrytere) ble negativt påvirket av Bt-planter. Bt-mais påvirker altså ikke bare skadelige insekter, men også ikke-skadelige sommerfuglarter (non-target-effekt). Krepssdyret *Daphnia magna* fikk dårligere fruktbarhet og overlevelse når de ble føret på GM-mais i stedet for vanlig mais.

H: GMO kan også ha effekt på nedbrytere. Bt-gift lekker ut i jorda fra GM-røtter i månedsvis. Noe negativ virkning er vist på skruketroll og meitemark. Indikasjoner fra India tyder på at jord etter Bt-bomull er uegnet for dyrking av andre vekster etterpå.

Kilde: Professor Eline B. Hågvar, NMBU.

er kostbare og tidkrevende å få utviklet og godkjent. De gamle GMO-ene har etter genteknologiloven vært underlagt vurdering med hensyn til risiko for utilsiktede konsekvenser og spredning til ville arter (til tross for dette har spredning forekommet). Genredigering er som nevnt en mye enklere, raskere og billigere metode. Men mulighetene for utilsiktede konsekvenser vil være de samme for genredigerte GMO-er som for de gamle GMO-ene. Ved uregulert bruk av genredigering kan økosystemer bli bombardert med CRISPR-mutanter for gode formål, og det vil ikke være mulig å overvåke dem. Hvordan skal de da kunne kontrolleres?

«Det er et omfattende problem at de tilførte egenskapene overføres til de artene man ønsker å bekjempe. Da er skadeorganismene også blitt resistente, og man er tilbake til utgangspunktet»

1.10 GENDRIVERE

Med en videreføring av CRISPR-teknologien er det mulig å få fram egenskaper i en populasjon enormt mye raskere enn før. Og man kan utrydde arter, for eksempel en uønsket insektart. Metoden kalles *gendriver*. Gendriver-mutanter vil overkjøre evolusjonens naturlige utvalg. Alle høyere organismer har to utgaver av hvert gen. Vanlige mutasjoner endrer bare det ene genet, mens gendrivermetoden endrer *begge* cellens gener for en egenskap samtidig. Da overføres den endrede egenskapen til alt avkommet. Resultatet er at de tilførte egenskapene får forkjørsrett i evolusjonsprosessen. Dette kan utnyttes, spesielt overfor arter med kort generasjonstid. Det er blant annet vurdert å bruke metoden til å utrydde mygg som sprer det fryktede Zika-viruset ved å gjøre alle individene til hanner. Man mener at myggen innenfor et område slik kan utryddes i løpet av kun få generasjoner. Dette er allerede gjort i laboratorieforsøk. En enda viktigere anvendelse er å bruke gendrivere til å lage malariafri mygg, eller til å utrydde malariamyggen. Det er også fremmet forslag



om å bruke gendrivere til å utrydde den plagsomme rottebestanden på New Zealand.

Mange forskere mener det representerer for stor risiko å sette gendrivere ut i naturen, og advarer sterkt mot å ta dette i bruk. Hva kan komme inn i stedet for myggen eller rotta på deres «plass» i økosystemet? Hva vil skje med de viktige funksjonene spesielt myggarter har? Og hva om gendrivere sprer seg til beslektede arter i naturen? Er det i det hele tatt mulig å kontrollere gendrivere, som har en innebygget «motor» for spredning, etter at de er satt ut i naturen? Se også lenken i punkt 1.3 om gendrivere.

1.11 SYNTETISK BIOLOGI

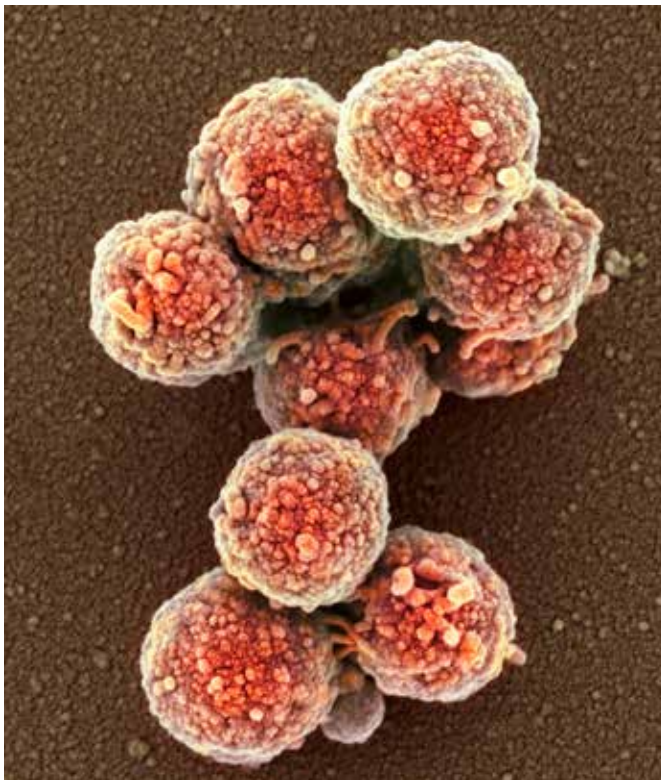
Syntetisk biologi er ikke en ny vitenskap, men en arbeidsmåte der etablerte fagfelt kombineres. I syntetisk biologi møtes biologen og ingeniøren for å tenke nytt og for å utføre biologisk design. Det finnes ingen presis definisjon av hva syntetisk biologi er, men enkelt sagt dreier det seg om *en kraftig effektivisering av genteknologien*, ved at man framstiller DNA (gener) syntetisk i avanserte maskiner. Disse genene kan man så bruke som byggeklosser i såkalt biologisk design.

På Bioteknologirådets hjemmesider forklares syntetisk biologi slik:

«Teknologien brukes til å designe og fremstille helt eller nesten helt kunstige biologiske systemer med nye egenskaper, fra enkeltmolekyler til hele organismer.

Noen sammenligner syntetisk biologi med en slags biologisk dataprogrammering, hvor DNA er «programmeringsspråket», genene er «programmer», og cellene er «maskinvaren». Ved å endre «programmene» (genene) kan man få «maskinvaren» (cellen) til å utføre nye oppgaver. Hvis vi for eksempel bruker gjærceller som «maskinvare» og omprogrammerer dem ved å sette inn gener for insulinproduksjon, kan de fremstille syntetisk insulin til diabetikere.»

I 2010 greide forskerpioneren Craig Venter å lage en bakterie som han kalte Synthia, der alt DNA-et var laget syntetisk. Men for å kunne virke var dette DNA-et avhengig av å bli satt inn i en levende bakteriecelle som på forhånd hadde fått fjernet sitt eget DNA. Venter greide altså å sette ny «programvare» inn i cellen. Vi har fortsatt ikke kunnskap nok til å vite hvilke gener som er absolutt nødvendige for liv, og vi er langt unna å kunne designe syntetiske organismer fra bunnen av, med alle de nødvendige genene og kontrollmekanismene på plass. ¹



Bakterien Synthia. Foto: Science Photo Library/NTB scanpix.

Syntetisk biologi er blitt svært tilgjengelig. Man kan få kjøpt såkalte biobrikker på nettet. Dette er standardiserte funksjonelle DNA-biter som man kan sette sammen selv, omtrent som legobrikker. Noen forskere som ville vise hvor lett det er å utføre syntetisk biologi, kjøpte materialet fritt på nettet og greide å lage et virksomt poliovirus. Biobrikker brukes både i laboratorieoppgaver for studenter og i hobbylaboratorier.

Bruk av syntetisk biologi reiser en rekke etiske problemstillinger. Har menneskene rett til å forandre naturen på en så grunnleggende måte? Og vet vi nok til å drive med denne virksomheten? Er det mulig å kontrollere syntetisk biologi? Kan det misbrukes til bioterror? Spørsmålene er mange. Samtidig er det klart at syntetisk biologi har mange samfunnsnyttige anvendelsesområder, som biosensorer, legemiddelproduksjon, industrielle enzymer, biodrivstoff og informasjonslagring.

Føre-var-prinsippet er nedfelt i internasjonal og ikke minst nasjonal lovgivning når det gjelder genteknologi. Det er all grunn til å etterlyse denne holdningen i vår håndtering av syntetisk biologi.

KAPITTEL 2

30 ÅR MED GMO-LANDBRUK
– HVILKE ERFARINGER KAN VI HØSTE?



30 ÅR MED GMO-LANDBRUK – HVILKE ERFARINGER KAN VI HØSTE?

Status for dyrking i dag

I Norge er det fram til i dag ikke gitt godkjenning til hverken dyrking eller import av GMO til mat eller fôr. De første genmodifiserte plantene (GM-planter) ble tatt i bruk i stor skala i USA på 90-tallet.

I dag er det tillat å dyrke GMO i 28 land av verdens bortimot 200 nasjoner. De største produsentlandene er USA, Brasil, Argentina, India, Canada og Kina. I EU er det bare i Spania at det dyrkes GMO i vesentlig omfang. I Russland og mange østeuropeiske land er det en bevisst satsing på GMO-fri produksjon, både til eget bruk og til eksport. I Afrika er det i dag tre land som dyrker GMO kommersielt. I Sudan og Burkina Faso dyrkes GM-bomull, mens Sør-Afrika dyrker GM-mais. Det spesielle med Sør-Afrika er at mye av det som dyrkes brukes direkte som menneskemat i basiskostholdet. I verden for øvrig går det meste av GMO-produksjonen til dyrefôr.

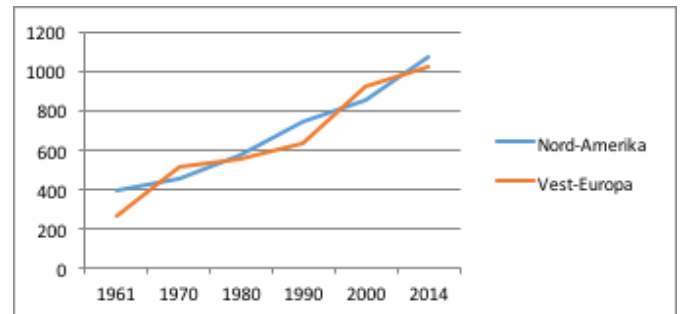
FAKTA:

Globalt er det er i hovedsak sprøytemiddel og/eller insektresistente GMO-er som dyrkes og det er snakk om soya, mais, raps og bomull. ^{viii}

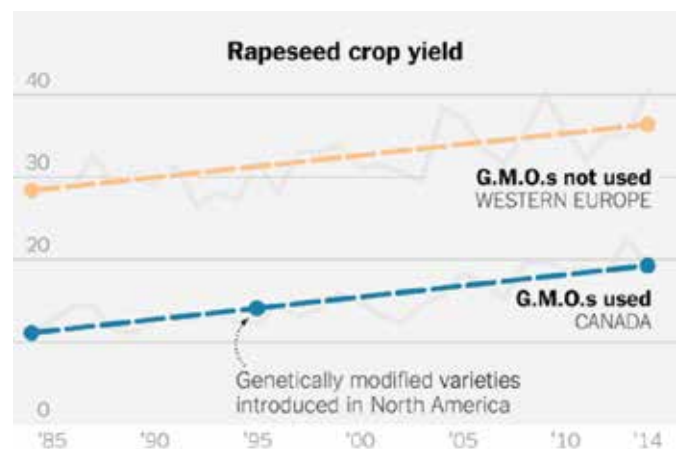
Avlingsnivå – løfter som ikke ble innfridd

Et hovedargument for å ta i bruk GM-planter var at de skulle føre til høyere avlinger og økte inntekter for bonden. Men det er ikke mulig å si at genmodifiserte planter generelt gir høyere eller lavere avlinger enn de konvensjonelle plantene. Mye tyder på at god agronomi, værforhold og jordkvalitet har langt mer å si for avlingsnivået enn om såfrøet er genmodifisert eller ikke. Dersom vi sammenlikner USA på den ene siden, der GMO-landbruket dominerer, med det GMO-frie landbruket i Vest-Europa på den andre siden, viser det seg at avlingsnivået per hektar for mais ikke er

Maisavling kg/daa, 1961-2014. (FAOSTAT, 2017)



50,000 hectograms per hectare



The New York Times | Sources: Food and Agriculture Organization of the United Nations | Note: Western Europe is France, Germany, Belgium, Luxembourg, Switzerland, the Netherlands and Austria.

høyere i USA enn i Europa. Ser vi på rapsavlinger ligger Europa over USA og Canada i avlinger per hektar. Dette beskrives blant annet i en artikkel i *The New York Times* 29. oktober 2016 som baserer seg på statistikk fra FN, og i rapporten *Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest*.

Økt bruk av sprøytemidler og kraftig utvikling av resistensproblemer

Et annet hovedargument fra industrien for å ta i bruk genmodifiserte planter (GM-planter) var at de skulle gjøre hverdagen enklere for bonden og føre til redusert bruk av sprøytemidler. Dersom vi holder oss til USA, har virkeligheten blitt en ganske annen. Insektresistente planter har riktignok ført til mindre bruk av insektgifter i USA, men denne reduksjonen er liten sammenliknet med reduksjonen i bruk av insektgifter i for eksempel Tyskland og Frankrike i samme periode.

Her har resultatene blitt oppnådd helt uten bruk av GM-planter ^{IX}.

Hovedbekymringen i dag er imidlertid knyttet til bruk av GM-planter som er resistente mot spesielle sprøytemidler. (Se omtale av dette i kapittel 1.) Det amerikanske landbruksdepartementet har i samarbeid med amerikanske forskere konkludert med at 14 ulike ugress har blitt resistente mot sprøytemiddelet glyfosat. Forbruket av glyfosat i USA økte fra 110 millioner pund i 2002 til 283,5 millioner pund i 2012. I denne 10-årsperioden var om lag 90 % av all soya- og maisproduksjon genmodifisert.

Amerikanske miljømyndigheter (*The Environmental Protection Agency*) er svært bekymret over resistensutviklingen og har foreslått kraftige restriksjoner i bruk av glyfosat i amerikansk landbruk ^X.

«Vekstskifte og allsidig produksjon er det beste forsvar mot sykdomsangrep.»

Bruk av sprøytemidler og problemer med resistensutvikling er et generelt problem i moderne landbruk, og ikke avgrenset til bruk av GMO. Vekstskifte og allsidig produksjon er det beste forsvar mot sykdomsangrep. GMO-landbruket er svært kapitalkrevende og ensrettet og forsterker utbredelsen av monokulturer verden over, noe som igjen forsterker problemene med sykdommer. Resistensutviklingen fører til et slags «våpenkappløp» der bønder, kjemikere og planteforedlere stadig må utvikle nye sorter eller sprøytemidler. Ofte fører resistensen til at bønder sprøyter med høyere doser, eller må ta i bruk nye GMO-er som er genmodifisert til å tåle flere eller mer giftige sprøytemidler.

I forbindelse med at FNs Råd for menneskerettigheter fikk overlevert en rapport om skadene ved kjemiske sprøytemidler, 8. mars i år, uttalte FNs spesialrapportør for retten til mat, Hilal Elver, følgende: «*Det er en myte*», sa Elver. «*Økt bruk av sprøytemidler har ingenting med bekjempelse av sult å gjøre. Ifølge FAO er vi i stand til å livnære ni milliarder mennesker i dag. Matproduksjonen øker definitivt, men problemet er fattigdom, ulikhet og omfordeling.*»



Hilal Elver. Foto: UN Women/Ryan Brown.

Den nye rapporten, som er skrevet i samarbeid med Baskut Tuncak, FNs spesialrapportør på gift, sier: «*Forskningen bekrefter de ugunstige effektene av sprøytemidler og beviser hvordan sammenhengen mellom eksponering og menneskelige sykdommer, tilstander eller skade på økosystemet utgjør en betydelige utfordring. Denne utfordringen har blitt ytterligere skjerpet av en systematisk fornektelse, som i sin tur har fått næring av sprøytemiddel- og agroindustrien. Men også av den alvorlige graden av skade kjemikaliene medfører, og en aggressiv og uetisk markedsføring.*» ^{XI XII}

Hjemmeside Hilal Elver:

<http://www.fao.org/righttofood/news-and-events/news-detail/en/c/238828/>

«Dette er en utvikling som peker i feil retning. I norsk landbruk er det bred enighet om at vi må skape et landbruk der vi blir mindre, ikke mer, avhengig av kjemiske sprøytemidler.»



Uakseptable følger for konvensjonelle og økologiske bønder

Det er betydelige forskjeller i lovgiving når det kommer til GMO. Dette har store konsekvenser for bønder og deres rettsikkerhet.

I EU og flere andre land er det utarbeidet regler for sameksistens mellom det genmodifiserte landbruket og konvensjonelt /økologisk landbruk. Regelverket krever blant annet geografiske buffersoner og regler for adskilte linjer for frakt og prosessering.

Det paradoksale er at i Spania som er det eneste landet i EU som dyrker GMO er ikke dette tatt i bruk, og det finnes ikke et offentlig register over gårder som dyrker GM mais (MON810)^{XIII}. Dette har ført til at konvensjonelle og økologiske bønder i de aktuelle provinsene Katalonia og Aragon nå må betale alle utgifter som sikrer at deres avlinger forblir GMO-frie. De betaler laboratorietestene, all vasking og rens av maskinutstyr og vasking av biler i forbindelse med frakting til møller. Mange av bøndene trekker fram at noe av det

verste er at de ikke lenger kan ha maskinsamarbeid med naboene og at dette er beklagelig, både sosialt og økonomisk. Tross disse kostbare tiltakene opplever de ofte å få GMO innblanding i avlingen. Resultatet er at de går glipp av merprisen i markedet. Økologisk mais har vært tre ganger så godt betalt som GM-mais i Spania de siste årene. Økonomisk tap har ført til at mange økologiske bønder har gitt opp, og forbrukere ikke lenger får anledning til å kjøpe lokalprodusert økologisk og GMO-fri mais.

Den lokale produksjonen blir i økende grad erstattet av import av økologisk mais fra Italia og Frankrike. I Spania er det offeret som må bære alle utgifter, det motsatte av «forurenser betaler prinsippet».

VIDEO:

<https://www.youtube.com/watch?v=Py2SFdp1QcM>

Selv med regler for sameksistens på plass er det mye som tyder på at det vil være svært vanskelig å kunne garantere GMO-frie produkter. Det er selvsagt stor forskjell på risiko for spredning avhengig av hvilken plan-

tesort det er snakk om, for eksempel om det er potet eller en raps.

Det vi kan si med sikkerhet er at å holde to linjer adskilt øker både kostnadene og byråkratiet.

Hvem skal kontrollere matfatet?

Mye av kritikken mot dagens GMO-er er knyttet opp til at det utvikles og kontrolleres av en håndfull kjemigiganter. Selskapene selger GMO som er laget for å tåle store mengder av deres egne sprøytemidler. De patenterer frøene og får kontroll over bonden gjennom strenge kontrakter. Den selveiende bonden som eier jorda og såfrøet står i fare for å bli kraftig svekket dersom utviklingen får fortsette. Det er imidlertid viktig å understreke at utviklingen mot stadig færre og større selskaper foregår innen all produksjon av kjemiske sprøytemidler, gjødsel og planteforedling, uavhengig av om produktene er genmodifiserte eller ikke. Sprøytemiddelresistente GMO-er har imidlertid fungert som en kraftig «motor» i denne utviklingen.

Det vakte stor oppsikt da det tyske kjemi- og farmasisekskapet Bayer inngikk en avtale om å kjøpe det amerikanske frø- og kjemikalieselskapet Monsanto for 66 milliarder dollar høsten 2016. Monsanto er verdens største såfrøsekskap, og en ledende produsent av genmodifiserte frø. Det nye selskapet vil ifølge nyhetssekskapet Reuters kunne kontrollere mer enn en fjerdedel av verdensmarkedet for såfrø og plantevernmidler. Det statseide kinesiske selskapet Chem-China kjøpte tidligere i år det sveitsiske såfrøsekskapet Syngenta for 43 milliarder dollar, mens de to amerikanske selskapene Dow og Dupont ser ut til å få godkjenning fra amerikanske og europeiske myndigheter til å slå seg sammen og skille ut frø- og plantevernvirksomheten i et eget sekskap.

Dersom alle disse planene blir virkelighet, vil resultatet bli tre selskaper som, ifølge avisen Guardian, kontrollerer to tredeler av verdens såfrø og sprøytemidler.

Dersom alle disse planene blir virkelighet, vil resultatet bli tre selskaper som, ifølge avisen Guardian, kontrollerer to tredeler av verdens såfrø og sprøytemidler.

Det norske såkornet er i all hovedsak produsert i Norge, og det gjelder i stor grad også for andre typer såfrø. Dette skyldes at Norge er geografisk plassert langt mot nord, utgjør et relativt lite marked og har spesielle vekstforhold når det gjelder temperatur, nedbør og lysforhold. Det er viktig at den nasjonale forskningen og utviklingen for lokaltilpassede frø opprettholdes i nært samarbeid med bøndene i Norge.

Et bondemøte på Hedmarken

I 2012 besøkte den amerikanske bonden David Runyon fra Indiana den norske bonden Amund Spangen på hans gård på Løten. I videoen under forteller David Runyon hvordan han ble oppsøkt av kontrollører fra Monsanto og beskyldt for ulovlig å ha brukt deres patenterte GM-frø. Runyon benektet dette og hevdet at han tvert imot ønsket å fortsette sin GMO-frie produksjon. Bønder over store deler av verden opplever å bli «kriminalisert» på samme måte gjennom beskyldninger om å ha «stjålet» frø. Mange er dømt til å betale bøter til Monsanto. Alternativet er å signere avtale med Monsanto og bli kontraktbonde som dyrker GMO.

Saken Runyon versus Monsanto fikk mye oppmerksomhet i media og ble til en årelang kamp med press og trusler mot bonden. Men Runyon tok opp kampen i det offentlige rom og Monsanto bøyd til slutt av.

I samtalen mellom den norske og den amerikanske bonden understreker de begge behovet for selveiende bønder med råderett over såfrøet. De er også enige om at matproduksjon aldri kan bli så enkelt som å «SÅ-SPRØYT-HØST». Matproduksjon er biologiske prosesser. Spangen sier:

«Kunnskap er jo alltid en av de viktige pilarene for å kunne være en god produsent, for å kunne ta vare på gården, for produksjonen og det som har foregått over mange år. Og ikke minst for å kunne se forbrukerne i øynene og si: Dette står jeg for!»

VIDEO:

<https://www.youtube.com/watch?v=qnfbqIEgRQM&feature=youtu.be>



KAPITTEL 3

DE NYE GENREDIGERTE GMO-ENE
OG NORSK LANDBRUK

DE NYE GENREDIGERTE GMO-ENE OG NORSK LANDBRUK

Nettverk for GMO-fri mat og fôr er ikke prinsipielt imot genmodifiserte organismer, men vi har tatt et klart Nei-standpunkt til sprøytemiddel- og insektsresistente GMO-er, med de begrunnelsene som er gitt i kapittel 2. Vi vurderer hver enkelt søknad om GMO for seg, slik den norske genteknologiloven krever. Fram til i dag har vi anbefalt myndighetene å nedlegge forbud mot alle GMO-er som er beregnet på mat eller fôr. Det skjer imidlertid mye på genteknologiområdet, og det er derfor viktig å vurdere både nye teknologier og nye produkter fortløpende.

De to siste årene har det vært mye fokus på genredigering, med den omtalte CRISPR som den mest kjente metoden. I kapittel 1 skrev vi om selve genredigerings-teknologien. Den gir mange nye muligheter innen grunnforskning, humanmedisin og matproduksjon. De mest optimistiske forskerne mener at vi snart kan helbrede genetiske sykdommer, men mest lovende er bruken av CRISPR innen kreftbehandling.

Det er imidlertid også mange forskere som advarer mot at metoden griper inn i svært kompliserte biologiske systemer og at vi foreløpig ikke har kunnskap nok til å forutsi konsekvensene av å ta dette i bruk. Disse synspunktene har kommet sterkt fram i debatten om å bruke genredigering på mennesker. Det finnes eksempler på at selv små forandringer i DNA kan få store konsekvenser for cellers funksjoner. Faren for utilsiktede konsekvenser er like stor for planter og dyr som ved anvendelse på mennesker. For planter og dyr som skal settes ut i naturen kommer i tillegg spørsmålet om hvordan de vil fungere i et økosystem. Vi vet at gamle GMO-er kan spre seg i økosystemet ved såkalt «genflyt». Det samme vil være tilfelle med de nye genredigerte GMO-ene.

Det forskes i dag på hvordan CRISPR metoden kan brukes for å gi planter og dyr ønskede egenskaper. Noen forskere peker på at metoden kan gi oss gris som er immune mot farlige sykdommer, steril laks som ikke vil kunne formere seg med villaks ved rømming

Ofte brukes GMO for å «lappe på» produksjonssystemer som ikke er bærekraftige.

og jordbærplanter som er motstandsdyktige mot soppangrep. Du kan lese to intervjuer om dette fra Tidsskriftet Genialt nummer 3 -2016 på de følgende sidene.



Birte Usland

Det er mange i landbruket som maner til føre-var i forhold til genredigering. Melkebonde og styremedlem i Bondelaget, Birte Usland, uttaler at hun foreløpig har større tro på forebygging enn på CRISPR. I et intervju med Bondebladet legger hun vekt på at selv om teknologien muligens kan føre til både god dyrevelferd og mindre medisiner i landbruket, finnes det ingen enkle og raske løsninger på så store spørsmål som klima, matsikkerhet og dyrehelse:

– I Norge har vi friske dyr uten å ha brukt CRISPR. Vi jobber mer forebyggende, og det er en vei jeg har mye mer tro på – forebygge istedenfor å reparere. Dyr kan få en hel rekke sykdommer. Skal man genredigere seg ut av alle problemer? Hva slags bieffekter kan ikke det gi? Dette er ingen eksakt og stabil metode uten bivirkninger^{xv}.

Nettverk for GMO-fri mat og fôr er opptatt av at norske forskningsmiljøer, inkludert forskningsmiljøene knyttet til norsk landbruk, skal kunne forske på og med genredigerte organismer. Genredigering er et viktig verktøy innen grunnforskning. Det er videre viktig å bygge kunnskap både om muligheter og risiko knyttet til anvendt bruk.

Hvorvidt genredigerte GMO-er i det hele tatt er noe norsk landbruk og oppdrettsnæring vil ta i bruk i praktisk produksjon, vil være gjenstand for debatt i tiden som kommer. Ikke minst vil holdningene hos norske forbrukere være avgjørende. Det er også viktig å stille spørsmål om hva som er alternativene til GMO. Ofte brukes GMO for å «lappe på» produksjonssystemer som ikke er bærekraftige. Et eksempel er utstrakt bruk av monokulturer, for høy dyretetthet eller uansvarlige krav til rask avkastning hos planter og dyr.

Selv om vi foreløpig ikke vet om og hvordan genredigerte organismer eventuelt vil bli brukt i matproduksjon, mener vi det er nødvendig med en føre-var tilnærming i forhold til lovregulering og bruk i stor skala. Les mer om dette i kapittel 6.

SJUKDOMSRESISTENTE GRISAR MED CRISPR-TEKNOLOGI



CRISPR-redigerte grisar kan gje vesentleg auka dyre-velferd, meiner Eli Grindflek, forskingssjef i Norsvin. Foto: Shutterstock og Norsvin.

Avlsselskapet Norsvin ønskjer å lage grisar som er motstandsdyktige mot ein alvorleg sjukdom som fører til mykje lidning og store økonomiske tap.

Av Sigrid Bratlie Thoresen i tidsskriftet *Genialt*

Sjukdom er ei av dei største utfordringane for husdyrproduksjon i mange land. Til dømes fører den alvorlege sjukdommen PRRS (Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome) til nedsett fruktbarheit, redusert vekst og død hos eit stort tal grisar i Asia, Nord-Amerika og Europa kvart år. PRRS kostar grisebøndene i USA åleine over 650 millionar dollar årleg.

Sjukdommen er eit problem i dei fleste svineproduserande landa i verda, med unntak av Noreg, Sverige, Finland og Sveits. Forskarar har funne ut at viruset er avhengig av eit gen med namnet CD163 for å kunne infisere grisecellene. Dersom dette genet ikkje er aktivt i grisane, vil dei vere resistente mot sjukdommen. Det har likevel så langt ikkje lukkast nokon å avle fram PRRS-resistente grisar med tradisjonelle metodar. Andre tilnærmingar, som vaksinerings, har heller ikkje vore vellukka.

Ny teknologi gjev nye moglegheiter

I desember 2015 annonserte det amerikanske avlsselskapet Genus at dei ved hjelp av genredigeringsmetoden CRISPR/Cas9 hadde klart å lage grisar som er resistente mot PRRS. I samarbeid med University of Missouri hadde dei inaktivert CD163-genet i griseembryo. Desse grisane heldt seg friske i heile testperioden etter å ha vorte smitta med viruset, i motsetnad til grisar som ikkje hadde fått den genetiske endringa.

Nyheita fekk stor merksemd hos avlsselskap verda over, som til dømes Norsvin.

– Vi driv utvikling, produksjon og sal av svinegenetikk, og rundt 80 prosent går til den internasjonale marknaden. USA er den største enkeltmarknaden. At ein av dei største konkurrentane våre har lukkast med å lage PRRS-resistente grisar, kan føre til at vi mistar mykje av forretningsgrunnlaget vårt, fortel Eli Grindflek, forskingssjef i Norsvin.

Ein aktuell debatt

Det kan derfor no bli nødvendig for Norsvin å vurdere bruk av genredigeringssteknologi for sjølve å framstille PRRS-resistente grisar.

– I tillegg til auka produktivitet og økonomisk vinst vil dette kunne gje vesentleg auka dyrevelferd ved å spare grisar for store lidningar som følgjer av sjukdommen. Avgjerda vil vere avhengig av kva reguleringar som gjeld, seier Grindflek.

I Noreg og EU vil genredigerte dyr etter alt sannsyn bli underlagde dei føresegnene for genmodifiserte organismar (GMO) som alt finst i dag.

– Dette vil i så fall seie at ein må gjere ein omfattande risikovurderingsprosess før produkta kan bli godkjende, og dette vil gjere Norsvin lite konkurransedyktige samanlikna med konkurrentane i USA, seier Grindflek.

Samtidig går det også ein debatt i EU på om ein skal gjere unntak i GMO-reguleringa for genredigerte organismar som ikkje inneheld framandt genmateriale.

Flyttar utanlands?

Fram til dette er avklart, vil moglegheitene for og konsekvensane av å ta i bruk teknologien vere svært lite føreseielege, meiner Grindflek, som seier eitt alternativ vil vere å vurdere å flytte delar av avlsarbeidet utanlands, til dømes til USA. Dette er likevel uønskt sett frå eit smittevernperspektiv.

Ho understrekar i tillegg at genredigerte grisar, dersom dei blir regulerte som GMO i Noreg og EU, må merkjast som genmodifiserte når dei blir selde til forbrukarane.

– Dersom det viser seg at den generelle skepsisen blant forbrukarar mot «GMO-mat» er stor, kan dette også gjere at vi ikkje tek sjansen på å ta i bruk teknologien, sjølv om han kan bidra til meir berekraftig matproduksjon, seier Grindflek.

FRISKARE JORDBÆR



Fann du berre rotne jordbær i butikken i sommar? Forskarar håpar dei er på sporet av ei løysing.

Av Audrun Utskarpen i tidsskriftet *Genialt*

I sommar har soppjukdommen gråskimmel øydelagt over ein tredel av jordbæravlingane i Noreg, og bøndene har tapt store summer. Forskar Tage Thorstensen og medarbeidarane ved NIBIO, Norsk institutt for bioøkonomi, skal no nytte CRISPR-metoden for å endre i gena til jordbæra og undersøkje kva som hender når gråskimmel og andre sjukdommar går til åtak. Målet er å finne ut kva gena har å seie for at nokre sortar er meir motstandsdyktige mot sjukdom. Denne kunnskapen kan ein i neste omgang nytte til å utvikle sortar som toler sjukdom betre.

Resistent mot sprøytemiddel

Det er vanleg å sprøyte jordbæra mot gråskimmel, men det er eit problem at soppen etter kvart blir resistent mot sprøytemidla. Ein måte å motverke problemet på er å passe på korleis jordbæra blir dyrka. Soppen trivst best når det er fuktig, så ein bør ha godt med luft mellom radene, og plantane bør vere luftige og stå oppreiste. Desse eigenskapane er svært arvelege, noko som jordbærforedlarane allereie utnyttar når dei skal lage nye sortar.

I jordbæra finst det òg gen som bidreg meir direkte til at nokre plantar er meir og nokre plantar er mindre mottakelege for sjukdom. Dersom ein finn område på DNA med slike gen, kan ein nytte kunnskapen til å krysse fram nye sortar.

Skal ta bort DNA-bit

Ein mykje brukt måte for å undersøkje kva eit gen gjer, er å setje genet ut av funksjon og sjå kva som da skjer med planten. For å få til dette skal forskarane nytte CRISPR-metoden til å ta bort ein liten bit av DNA-et i gen som dei trur har noko å seie for korleis planten tilpassar seg soppåtak. Viss jordbæra da toler gråskimmel betre eller dårlegare, tyder det på at desse gena var viktige. Til no har ingen publisert forskning der dei har brukt CRISPR-metoden i jordbær. Thorstensen og medarbeidarane må derfor tilpasse metoden til jordbær sjølve.

Dersom det syner seg at det å slå ut eitt eller fleire gen kan gjere at jordbærplanten blir meir motstandsdyktig, kan ein sjå for seg at ein kan nytte ein slik sort i foredling.

– Med CRISPR-metoden er det mogleg å endre berre på éin eller nokre få av byggjesteinane i DNA-et utan at ein set inn DNA frå andre organismar, slik det har vore mest vanleg å gjere med genteknologi til no, men ein kan òg setje inn eitt eller fleire nye gen, seier Thorstensen.

Raskere endringar

Sjølv om ein greier å lage sortar som er meir motstandsdyktige, vil det alltid vere ei utfordring at soppen tilpassar seg og overvinn resistensen i jordbæra, og det går ofte ikkje mange år før ein god sort ikkje er motstandsdyktig lenger. Det er òg ei utfordring at det som oftast ikkje er eitt, men mange gen som påverkar kva planten toler.

Thorstensen held fram at ein fordel med genteknologi, og spesielt genredigering med CRISPR, er at det kan gå fortare å få inn endringar i gena enn med vanleg kryssing utan at du mistar andre verdifulle eigenskapar.

– Eg håpar derfor at vi om få år kan sjå genredigerte plantar på marknaden, seier han.



Forskar Tage Torsteinsen ved NIBIO håpar han snart får sjå genredigerte plantar på marknaden. Foto: NIBIO



KAPITTEL 4

GMO I ET NORD-SØR-PERSPEKTIV

GMO I ET NORD-SØR-PERSPEKTIV

Myndighetene i utviklingsland har ulik tilnærming til GMO, slik vi også finner det i industrialiserte land. I internasjonale forhandlinger har de imidlertid stått sammen i spørsmål som gjelder patentrettigheter, teknologioverføring og muligheten til å beskytte eget plantegenetisk mangfold. Det er selvfølgelig ikke slik at vi i Norge skal bestemme hva som er den riktige matpolitikken for land i sør. Men vi kan velge å bruke vår kjøpekraft til å støtte produksjonsmåter vi oppfatter som bærekraftige. Vi kan også støtte opp under prinsippet om matsuverenitet slik at nasjonale myndigheter får rett til å støtte, utvikle og beskytte egen matproduksjon.

Ofte vil det imidlertid være interessekonflikter mellom myndigheter og deler av sivilsamfunnet i land både i sør og nord. I spørsmålet om GMO er det etter vår vurdering viktig å lytte til grupper i sør som representerer små og mellomstore bønder og forbrukere, samt lokale grupper som arbeider for bærekraftig utvikling og rettferdig fordeling. Blant disse organisasjonene har motstanden vært sterk helt siden de første GMO-ene ble introdusert og fram til i dag. Kritikken retter seg særlig mot de multinasjonale kjemiselskapene og deres stadig sterkere makt, men også mot lokale regjeringer som ikke beskytter lokal matproduksjon og lokale tradisjoner som for eksempel å ta vare på, utvikle og dele såfrø.

Ny strategi for innføring av GMO i sør?

Genmodifiserte planter har fram til i dag vært utviklet av store kjemiselskaper for områder der det er mulig å drive et industrialisert landbruk med muligheter for kunstig vanning og generelt god ressurstilgang. De siste årene har imidlertid flere selskaper, i samarbeid med for eksempel Gates Foundation, vist interesse for forskning på mer næringsrike og robuste planter. Av egenskapene som framheves spesielt er planter med økt salt- og tørketoleranse. Det blir også sagt at frøene skal deles ut gratis til småbønder, i hvert fall de første årene. Det er imidlertid sterk motstand også mot denne nye GMO-strategien. Selskapene blir beskyldt for å seile under falsk flagg, og lokale organisasjoner krever å få utvikle sitt eget landbruk uten innblanding



Frøbank, Tanahun. Nepal Bondeorganisasjon.
Foto: Anders Strømsodd Hosar.

fra vestlige selskaper og deres samarbeidspartnere.
XVI XVII

Mye av kritikken fra de frivillige organisasjonene (NGO-ene) går på at det framsettes påstander om at GMO er nødvendig for å produsere nok mat til en voksende verdensbefolkning. De hevder på sin side at dette er å sette virkeligheten på hodet, fordi det er det allsidige lokale landbruket som produserer mest mat per arealenhet og som tar vare på livsgrunnlaget for framtiden.

Denne problemstillingen går også igjen i spørsmålet om hva slags forskning det er best å satse på. Selv om svaret neppe er svart – hvitt, er det interessant å merke seg at det er den tradisjonelle planteforedlingen som fram til nå har gitt de beste resultatene i forhold til mer robuste planter. Egenskaper som tørke-, salt- og temperatur-toleranse og forbedret næringsinnhold skyldes samspill mellom mange gener. Å skulle påvirke slike egenskaper er derfor langt mer komplisert enn det GMO-forskerne har lyktes med til nå, i hvert fall hvis vi snakker om stabile resultater.



I 2006 startet forskningsprosjektet «Tørkeresistent mais for Afrika», som også er støttet av Gates Foundation. Prosjektet er et bredt internasjonalt samarbeid som foregår i 13 land. Konklusjonen ble at tradisjonelt planteforedlingsarbeid har gitt langt raskere og bedre resultater enn tilsvarende GMO-forskning. ^{XVIII XIX}

Erfaringene fra arbeidet med den genmodifiserte ris-en 'Golden Rice' peker i samme retning. Dette er en A-vitaminberiket ris som etter planen skulle motvirke underernæring og blindhet blant millioner av barn i Asia. Det internasjonale risforskningssenteret på Filipinene, IRRI, skrev på sine egne hjemmesider i 2014 at så langt hadde dessverre Golden Rice ikke klart å oppnå like store gjennomsnittlige avlinger som de lokale sortene bønderne bruker i dag. IRRI har fortsatt tro på at de skal lykkes, men vil ikke anbefale Golden Rice for salg med mindre den nye risen er bedre enn de konvensjonelle sortene som brukes i dag ^{XXXIV}.

Det finnes ingen 'Golden Rice'-plante som er tilgjengelig for bønder i det kommersielle markedet per i dag. Det har vært rettet harde påstander mot Greenpeace

og andre GMO- kritikere om at de er skyld i dette. Denne kritikken faller på sin egen urimelighet all den tid forskerne som arbeider med 'Golden Rice' selv erkjenner at forskningen ikke har gitt de ønskede resultatene så langt.

Paradoks at vi ikke bruker mer ressurser der vi vet at det hjelper

Verdens helseorganisasjon (WHO) har siden slutten av 90-tallet gjennomført programmer der amming, A-vitamintilskudd og tilrettelegging for mer variert og næringsrikt kosthold står i sentrum. Programmene har gitt svært gode resultater, men WHO mangler penger til å nå flere. ^{XX}

Det er et paradoks at det ikke er mer fokus på at det finnes rimelige og effektive metoder for å bekjempe lidelsene som følger av A-vitaminmangel.

Bønders rettigheter til såfrø

I september 2016 arrangerte FNs organisasjon for mat og landbruk (FAO) en global konsultasjon om bønders rettigheter knyttet til plantegenetiske ressurser i landbruket på Bali i samarbeid med indonesiske og norske myndigheter. Her ble bønders rettigheter til såfrø satt på dagsorden. Regine Andersen, seniorforsker spesialisert på forvaltning av plantegenetiske ressurser og bønders rettigheter, ledet konferansen sammen med den argentinske advokaten Carlos Correa. Hun uttalte følgende:

«Det er bøndene som siden tidenes morgen har utviklet det mangfoldet vi har i dag og som moderne planteforedling bygger på og det er bøndene som sikrer aktiv bruk av mangfoldet og kunnskapen knyttet til den i dag. Uten at de har grunnleggende rettigheter som muliggjør denne rollen, vil de ikke lenger være i stand til å ta vare på plantemangfoldet vårt.»

På konsultasjonen uttrykte representanter for flere bondeorganisasjoner sterk bekymring over sammenhengen mellom patenterte GMO-er og tap av biologisk mangfold. Blant dem var La Via Campesina, som er den internasjonale organisasjonen for små- og mellomstore bønder, landarbeidere og landløse.^{XXI}



FAKTA:

Bønders rettigheter er nedfelt i Den internasjonale traktaten om plantegenetiske ressurser for mat og landbruk (Plantetraktaten) som 141 land i verden er tilsluttet, deriblant Norge. De handler om å sikre at bønder skal kunne videreføre arbeidet med å bevare, dyrke og videreutvikle sortsmangfoldet av planter i landbruket og å få del i godene fra denne innsatsen. Hvert enkelt land er ansvarlig for å iverksette bestemmelsene om bønders rettigheter innenfor sine grenser og Plantetraktaten gir føringer for dette: (1) ta vare på tradisjonell kunnskap knyttet til sortsmangfoldet; (2) sikre bønders rettigheter til å ta del i godene fra bruken av sortsmangfoldet; (3) sikre rettigheter til å delta i beslutningsprosesser på nasjonalt plan om sortsmangfoldet; og (4) sikre rettigheter knyttet til å ta vare på, bruke, bytte og utveksle såvare og annet plantegenetisk material for mat og landbruk.



KAPITTEL 5

FORBRUKERRETTIGHETER OG POLITISK ANSVAR

FORBRUKERRETTIGHETER OG POLITISK ANSVAR

Det er bred internasjonal enighet om at forbrukere har en grunnleggende rett til relevant og lett tilgjengelig informasjon, og til å gjøre egne valg.

Når det gjelder GMO i matproduksjonen er skepsisen blant forbrukere stabilt høy i de fleste land, tross forsikringer fra offentlige instanser om at GMO ikke har negative effekter, hverken på miljø eller helse. I siste Eurobarometer fra 2010 uttrykker 61 % av de spurte at de er bekymret for genmodifisert mat.

I USA har ulike matvarer inneholdt GMO i flere tiår, men de har aldri vært merket. Flere amerikanske forbrukerorganisasjoner jobber aktivt for at mat med GMO skal merkes tydelig. *The Right to Know - Just Label It* hevder at et stort flertall av amerikanske forbrukere støtter merking av GMO. Dette understøttes av flere spørreundersøkelser.^{xxii}

Norske forbrukere like kritiske som resten av europeerne

I en SIFO-rapport fra februar 2017^{xxiii}, som Nettverk for GMO-fri mat og fôr er oppdragsgiver for, oppgir kun 15 % av de spurte at de er positive til salg av genmodifiserte matvarer i norske butikker i fremtiden. 52 % var negative og 27 % svarte vet ikke. Ser vi på forskjellen på kvinner og menn svarte 60 % av kvinnene at de var negative. Den viktigste begrunnelsen for at man ikke ønsket å spise denne type produkter var bekymring for hvilke konsekvenser teknologien kunne ha på natur og økosystemer. Her svarte 74 % at de var bekymret. Det var også mange som svarte (68 %) at de var bekymret for eventuelle konsekvenser for egen helse.

Gjennomgående var kvinner og personer med høy utdanning mest kritiske til GMO.

GMO-merking av mat er et minstekrav

I likhet med forbrukere i resten av Europa er norske forbrukere svært opptatt av at mat som inneholder eller er produsert ved hjelp av GMO skal merkes.

I Norge har vi felles regler med EU om at produkter som inneholder mer enn 0,9 % GMO skal merkes. 80 % av de spurte i SIFO-undersøkelsen svarte at dette var viktig for dem. Men det er ikke lovpålagt å merke produkter fra dyr/fisk som har spist GMO i fôret. Likevel svarte 74 % av de spurte i Norge at dette var viktig for dem.

Det har vokst fram et system med såkalt frivillighetsmerking i mange europeiske land, med Tyskland og Frankrike i spissen. Forbrukerrådet har varslet at dersom norske myndigheter åpner for import av GMO til fôr vil de at produkter der GMO er brukt i dyrefôret også merkes. Det er per i dag flere tusen produkter som er merket *Ohne gentechnik*^{xxiv} eller med tilsvarende nasjonale merker i Tyskland og Frankrike.

Skal den etiske forbruker redde verden?

Et viktig spørsmål i GMO-debatten er hvor det politiske ansvaret slutter og hvor det individuelle forbrukeransvaret begynner.

Etter vårt syn er det et politisk ansvar å sørge for at produkter som kan skade helse eller miljø, lokalt eller globalt, ikke skal havne i butikkhyllene. Det

Dersom norske myndigheter åpner for GMO vil det være påkrevd å ha to adskilte linjer fra jord til bord. Fra andre land vet vi at dette helt sikkert både blir mer kostbart og mer byråkratisk enn å beholde dagens restriktive GMO-politikk.

samme gjelder produkter der etiske prinsipper brytes i produksjonen, for eksempel påvist barnearbeid eller dyremishandling. I Norge har vi fram til i dag vært så heldige at politikere og myndigheter har tatt ansvaret for å si nei til dyrking eller import av GMO. Som regel har disse beslutningene vært begrunnet med usikkerhet og at produktene ikke oppfyller kravene i loven om å bidra til bærekraftig utvikling.

Vi i Nettverk for GMO-fri mat og fôr mener det er både riktig og mest kostnadseffektivt at politikerne fortsetter å ta dette ansvaret så lenge det ikke kommer opp GMO-er som har større nytteverdi og mindre risiko enn dagens produkter.

For å sikre valgfriheten må noen opprettholde markedet for GMO-fritt

Retten til å velge GMO-frie alternativer - både for forbrukere og bønder - i framtiden avhenger av at noen faktisk tar ansvar for å etterspørre GMO-frie alternativer i dag. Hvis ikke vil dette alternativet forsvinne. Norsk landbruk og oppdrettsnæring stiller i dag krav om at importerte fôrvarer skal være GMO-frie. Det samme gjør økologiske produsenter, fordi GMO er for-

budt i henhold til de internasjonale kriteriene for økologisk produksjon. I mange land har dagligvarekjedene begynt å stille krav til sine leverandører om at fôret brukt til produkter de selger skal være GMO-fritt. Dette gjelder for eksempel kylling i hele det tyske markedet og svinekjøtt gjennom Lidl i Danmark. Meierisamvirket ARLA har tatt signalene og bestemt seg for å fase ut all GMO i fôret på det svenske og danske markedet i løpet av 2017. Med denne utviklingen er utsiktene bedre enn på lenge for at markedet for GMO-fritt blir stort og solid nok til å overleve og dermed sikre at forbrukere og bønder kan velge GMO-fritt også i årene som kommer. Norsk landbruk samarbeider nært med import-selskapet Denofa som har spesialisert seg på import av GMO-fri soya.

Norske dagligvarekjeder er på lag med forbrukerne

Også i Norge er dagligvarekjedene lydhøre overfor forbrukerne. De tre største dagligvarekjedene REMA, COOP Norge Handel og NorgesGruppen gikk i september 2016 sammen med Nettverket for GMO-fri mat og fôr for å få regjeringen til å si nei til dagens GMO-er til matproduksjon.^{xxv}





KAPITTEL 6

KRAV TIL LOVREGULERING, SPORBARHET OG MERKING

KRAV TIL LOVREGULERING, SPORBARHET OG MERKING

Lovene som er spesielt viktige for godkjenning av genmodifiserte planter og mat i Norge, er genteknologiloven og matloven. På GMO-området regulerer matloven bearbejdede mat- og fôrprodukter som ikke inneholder levende, genmodifisert materiale. Dersom det dreier seg om en levende GMO, som spiredyktige frø, er det genteknologiloven som gjelder.

Den norske genteknologiloven skiller seg fra andre lands lovgivning ved at 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.

Dersom en genmodifisert fôr- eller matvare skulle bli godkjent på markedet i Norge, skal den være merket. Merkekravet gjelder dersom GMO-innholdet overstiger 0,9 prosent (dette gjelder også for én ingrediens i et sammensatt produkt). Den enkelte forbruker skal dermed ha muligheten til å velge om hun eller han vil kjøpe og spise genmodifisert mat. I kapittel 5 har vi skrevet om frivillighetsmerking i flere europeiske land som også omfatter produkter fra dyr som har spist GMO i fôret.

Status for GMO og genteknologiloven

Fram til i dag har ingen genmodifiserte produkter blitt godkjent som mat eller fôr i Norge. Den norske genteknologiloven ble vedtatt i 1993 og var lenge unik i internasjonal målestokk. Det er særlig kravet til bærekraftig utvikling og forholdene i produksjonslandet som har vært begrunnelsen for norske myndigheter for å ikke å godkjenne import av GMO. De siste årene har flere land nærmet seg norsk lovgiving ved å ta inn krav til sosio-økonomiske vurderinger. Ikke minst EU har strammet inn sitt regelverk. På denne måten kan vi si at den norske genteknologiloven er blitt en eksportvare.

Genredigerte organismer må reguleres gjennom genteknologiloven og være sporbare

Definisjonen av genmodifiserte organismer i genteknologiloven er mikroorganismer, planter og dyr hvor den genetiske sammensetningen er endret ved bruk av gen- eller celleteknologi. Genredigerte organismer må derfor reguleres gjennom den norske genteknologiloven. Det haster med å utvikle metoder som gjør alle genredigerte GMO-er sporbare. Enkelte forskere har hevdet at dette ikke lar seg gjøre fordi endringene i DNA kan være så små at de ikke kan registreres gjennom vanlig sekvensering. Nettverk for GMO-fri mat og fôr oppfordrer norske myndigheter til å gjøre det klart at bare de genredigerte organismene som har systemer for sporbarhet vil kunne bli godkjent i Norge til mat eller fôr. Ansvar for å utvikle disse metodene må legges på produsent/søker som i dag. Sporbarhet er

GENTEKNOLOGILOVEN:

Lov om framstilling og bruk av genmodifiserte organismer m.m. (genteknologiloven) ^{XXVI}

Utarbeidet: 1993, Klima- og miljødepartementet (LOV-1993-04-02-38)

Trådt i kraft: 1999

Denne loven har til formål å sikre at framstilling og bruk av genmodifiserte organismer og framstilling av klonede dyr skjer på en etisk og samfunnsmessig forsvarlig måte, i samsvar med prinsippet om bærekraftig utvikling og uten helse- og miljømessige skadevirkninger.

I paragraf 10 heter det: Utsetting av genmodifiserte organismer kan bare godkjennes når det ikke foreligger fare for miljø- og helsemessige skadevirkninger. Ved avgjørelsen skal det dessuten legges vesentlig vekt på om utsettingen har samfunnsmessig nytteverdi og er egnet til å fremme en bærekraftig utvikling.

en forutsetning å kunne merke produktene og dermed sikre fortsatt valgfrihet for forbrukernes rett til å velge GMO-frie produkter. Sporbarhet er også en forutsetning for overvåking av eventuelle økosystem-effekter.

Stortinget enstemmige om krav til nye GMO-er

I Stortingets innstilling av 6. april 2017 til Regjeringens jordbruksmelding står en samlet næringskomite bak følgende merknad:

Komiteen mener det må forskes mer på de nye genredigerte GMO-ene, som for eksempel CRISPR teknologien. Det er helt nødvendig med mer kunnskap før genredigerte GMO-er kan godkjennes til bruk utenfor lukkede systemer. I likhet med de gamle GMO-ene er det risiko for at nye, genredigerte organismer vil kunne spre seg til naturen og gi utilsiktede konsekvenser.

Komiteen mener derfor at man må fortsette å føre en restriktiv GMO-politikk. Genredigerte organismer må reguleres gjennom den norske genteknologiloven, og de kan ikke godkjennes før det er gitt garantier om at de er sporbare og dermed kan overvåkes.

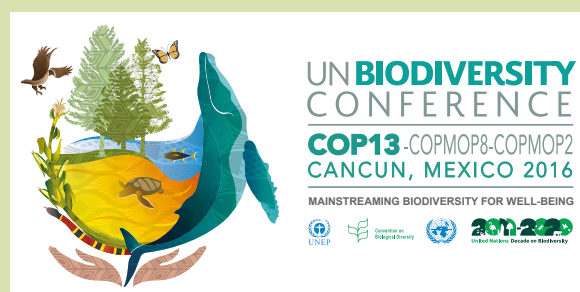
Dette betyr at det er tverrpolitisk enighet om at genredigerte organismer skal reguleres gjennom genteknologiloven og at det må stilles krav til sporbarhet.

Nettverket støtter Bioteknologirådet i ønsket om moratorium på gendrivere

Som en videreføring av genredigering har forskere utviklet gendriver-teknologien. Denne nye teknologien gir oss for første gang muligheten til å spre genetiske endringer til hele populasjoner av ville planter og dyr, og dermed overstyre de evolusjonsmessige begrensningene som naturen har satt. Forskere jobber for å utvikle slike gendrivere, blant annet for å hindre spredning av malaria ved å utrydde myggarten som bærer parasitten. Dette er omtalt i kapittel 1.10

FN-konvensjonen om biologisk mangfold

FN-konvensjonen om biologisk mangfold er den første globale avtalen som skal verne om mangfoldet av planter og dyr i naturen. Konvensjonen skal sikre at vi bruker naturen på en bærekraftig måte, og sørge for at fordelene ved å bruke de genetiske ressursene på kloden blir rimelig og likeverdig fordelt. Norge har sluttet seg til denne avtalen og Cartagena-protokollen under konvensjonen. Protokollen er en avtale som regulerer handel og bruk av levende, genmodifiserte organismer (GMO) ^{xxviii}



Vi vet imidlertid lite om hva konsekvensene vil kunne bli. Teknologien utfordrer derfor både etablerte risikovurderingsprinsipper og regelverk, og reiser vanskelige etiske problemstillinger.

Nettverk for GMO-fri mat og fôr støtter Bioteknologirådet i at det er nødvendig med et moratorium, som er et selvpålagt forbud, på bruk av gendrivere i stor skala i naturen inntil man har kommet til enighet om et internasjonalt regelverk.



KAPITTEL 7

HVA SLAGS MATPRODUKSJON ØNSKER VI
– HVA ER VÅRT ALTERNATIV?

HVA SLAGS MATPRODUKSJON ØNSKER VI – HVA ER VÅRT ALTERNATIV?

Matsuverenitet er den rett folk, lokale samfunn og land har til å bestemme sin egen landbruks- og matpolitikk som er økologisk, sosialt og økonomisk tilpasset deres spesielle betingelser.

Den norske modellen og retten til matsuverenitet

I Norge er kritikken mot GMO-landbruket i stor grad et forsvar for den «norske landbruksmodellen» der landbrukspolitikken er gjenstand for demokratisk debatt og åpenhet, og der vi ønsker å beholde et mangfold av gårdsbruk over hele landet.

Selv om Norge utpeker seg klimamessig og med mange små- og mellomstore gårdsbruk spredd over hele landet, er vi likevel ikke et så «annerledesland» som vi ofte kan få inntrykk av. Verdigrunnet som ligger til grunn for den norske modellen bunner i stor grad på et felles tankegodt som fins hos et flertall av nasjoner både i Europa og resten av verden. Retten til å sikre egen matproduksjon for egen befolkning ses på som en sentral nasjonal interesse. Unntaket er noen få, men svært mektige land med sterke eksportinteresser.

Handelspolitikk og internasjonale kjøreregler for matproduksjon

Forhandlingene i Verdens handelsorganisasjon (WTO) og *The Transatlantic Trade and Investment Partnership* (TTIP) har gått i stå hver gang forhandlingene bringer inn spørsmål om matproduksjon og forbrukersikkerhet. I TTIP-forhandlingene har «klorvasket kylling og GMO» blitt selve symbolet på uenigheten mellom EU og USA i synet på mattrygghet og føre-var prinsippet. Ofte havner politiske avgjørelser i dragkampen mellom

Matsuverenitet er prinsippet om at alle land har rett og plikt til å sikre matproduksjon til sin egen befolkning. Begrepet ble introdusert på FAO møtet i Roma i 1996.

handelsavtaler på den ene siden og avtaler forhandlet fram i FN-regi på den andre siden. Og ofte står snevre handelsinteresser mot hensynet til helse, miljø og bærekraftig utvikling. Så lenge GMO-er er tilpasset agrobusiness og kontrollert av de store selskapene vil GMO fortsette å være en del av denne dragkampen.

«Dersom handelsinteresser kommer i konflikt med internasjonale FN-avtaler som skal beskytte mennesker og miljø, er det handelsinteressene som må vike.»

Nettverk for GMO-fri mat og fôr har støttet kravet om at dersom handelsinteresser kommer i konflikt med internasjonale FN-avtaler som skal beskytte mennesker og miljø, er det handelsinteressene som må vike. Dette betyr at FN-avtalene må få forrang foran WTO-avtalen og andre handelsavtaler. Det er også viktig at den handelspolitiske «tenkepausen» brukes til å foreslå nye handelsavtaler som heller enn å undergrave FN-avtalene kan bidra til å nå FN's bærekraftsmål.

Agro-økologi framfor agro-business

Også når det gjelder valg av produksjonsmetoder er det viktig å arbeide for nye modeller. Olivier de Schutter var FNs spesialrapportør for retten til mat fra 2008 til 2014. Han skriver i den engelske avisen *The Guardian*, 9. januar i år:

«Risikoen er at ny teknologi rett og slett gir det industrielle jordbruket en ny sjanse til å overleve, og utsetter det unngåelige skiftet mot en jordbruksmodell som er fundamentalt annerledes.»

Han skriver videre:

«Et gjennomførbart alternativ er å finne i måten det allsidige agro-økologiske systemet er utformet. Med andre ord, ved å variere gårder og jordbruksområder – erstatte bruk av syntetiske kjemikalier, utnytte naturmangfoldet og stimulere til samspill mellom de ulike artene som ledd i helhetlige og regenerative strategier for å sørge for langsiktig fruktbar jordsmonn, sunne økosystemer i jordbruket og trygge levebrødet.»^{xxx}

Familielandbruk og bruk av lokale, fornybare ressurser mest effektivt

Det er ingen tvil om at utfordringene knyttet til å skulle produsere nok og bærekraftig mat til en voksende verdensbefolkning er en av vår tids største utfordringer. Her finnes ingen fasitsvar. Tvert imot er det behov for et mangfold av strategier, metoder og driftsmåter. Det er behov for å sette av langt mer ressurser enn i dag til forskning og utvikling og til investeringer i tilpasset teknologi. Noe av det mest effektive vi kan gjøre for å bekjempe sult og underernæring er å styrke bønders og kvinners stilling og rettigheter. Det finnes ikke eksakte tall på hvor mye mat som produseres av små og mellomstore bønder globalt, men mange kilder antyder at det er så mye som 70 % av all mat i verden. Bak denne produksjonen står kvinnebønders innsats sentralt. FN rapporten "State of the Food and Agriculture 2014" omhandler spesielt familiejordbruket. Rapporten understreker at småskala familielandbruk spiller en viktig rolle i å sikre global matvaresikkerhet, fattigdomsreduksjon og bærekraftig produksjon. Felles for mange av rapportene fra FN de siste årene er at de framhever at matproduksjon bør baseres på de lokale, fornybare ressursene på gården og i lokalsamfunnet.

«Noe av det mest effektive vi kan gjøre for å bekjempe sult og underernæring er å styrke bønders og kvinners stilling og rettigheter.»

Skal vi kunne løse både klima- og matutfordringene framover vil det være helt avgjørende at landbruket, gjennom aktiv bruk, bidrar til å sikre et stort mangfold av plantegenetiske ressurser og et stort mangfold av husdyrraser. Det er viktig med nasjonale og internasjonale genbanker. De vil imidlertid aldri kunne være annet enn en ekstra sikkerhet og et supplement til aktiv bruk. Det er bare ved praktisk anvendelse vi kan klare å ta vare på og utvikle lokaltilpasset og erfaringsbasert kunnskap.

Agro-businessen, med sine store plantasjer og monokulturer, er mest effektivt om vi måler produksjon av mat målt per time eller per krone. Det er imidlertid det allsidige, intensive, småskalalandbruket som er mest effektivt dersom vi måler i forhold til det vi har knapphet på; fruktbar matjord, ferskvann og biologisk mangfold.^{xxxii}



Foto: Ragnar Vaaga Pedersen.



Urbant landbruk i Detroit. Foto: Jessica Dailey

Mangfold i dyrking gir også et mer allsidig og næringsrikt kosthold. Dette er av stor betydning for å sikre god helse- og ernæring på landsbygda i mange fattige land. I mange storbyer har urbant landbruk, Bondens marked og liknende tiltak vokst fram ved hjelp av offentlig støtte, blant annet for å sikre mer allsidig kosthold blant fattige.

Teknologioptimisme eller GMO som politisk sovepute

Det er ikke slik at de som er kritiske til GMO er mindre teknologioptimister enn andre. Det er heller et spørsmål om hva slags teknologi man mener er mest egnet til å fremme en ønsket utvikling. For eksempel er norsk landbruk svært opptatt av å redusere avhengigheten av kjemiske sprøytemidler gjennom en rekke nye dyrkingsmetoder og teknologier. En ny robotteknologi er under utprøving, og forskerne bak prosjektet håper at den skal kunne redusere sprøyting med opp mot 90 %. Dette er bare ett eksempel på alternativer som norsk landbruk ønsker å satse på framfor sprøytemiddelresistente GMO-er. ^{xxxiii}

Det positive budskapet fra FN er at det fortsatt produseres nok mat til å gi alle et balansert og næringsrikt kosthold, dersom vi fordeler mat- og produksjonsressursene rettferdig.

Det betyr at vi har tid til å skaffe mer nødvendig kunnskap om langsiktige konsekvenser av de nye GMO-ene før vi eventuelt tar dem i bruk. Og det betyr at Norge og andre land som satser på et GMO-fritt landbruk kan gjøre det med stolthet. Vel å merke så lenge vi arbeider for å gjøre vår egen matproduksjon og matimport så bærekraftig og rettferdig som mulig.

Nettverk for GMO-fri mat og fôr støtter mer uavhengig forskning på GMO i matproduksjon. Men vi aksepterer ikke at drømmen om en «superplante» eller andre «quick-fix-løsninger» blir brukt som politisk sovepute.



KAPITTEL 8

EN OPPSUMMERING AV KUNNSKAPSHEFTET

EN OPPSUMMERING AV KUNNSKAPSHEFTET

Et gen er et arveanlegg. Alle levende organismer, fra bakterier og virus til planter, dyr og mennesker, har gener. Genene fungerer på samme måte i alle slags organismer. Gener består av DNA. DNA er et trådformet molekyl, og genene ligger på denne tråden i form av bestemte, avgrensede områder.

Midt på 1950-tallet ble et klart for forskerne hvilket kjemisk stoff genene består av. Etterhvert forsto de også hvordan genene kan inneholde informasjon om hva et frø eller et befruktet egg skal utvikle seg til. Denne informasjonen ligger lagret i genenes kjemiske oppbygning.

Lenge trodde man at ett gen inneholdt informasjonen for én egenskap. Man trodde at sammenhengen var som å trykke på en knapp, og få et resultat. Men etter hvert ble det klart at virkeligheten er mer komplisert enn som så. Man fant ut at ett gen kunne påvirke flere egenskaper, og én egenskap kunne bli styrt av flere gener i samspill. Jo mer vi forstår av genenes virkemåter, desto flere spørsmål dukker opp.

Forandre på genene

Genmodifisering vil si å endre på den kjemiske oppbygningen av DNA ved hjelp av genteknologi. Man kan forandre litt, eller mye. Fra 1990-tallet har genmodifisering i praksis handlet om å sette biter av fremmed DNA inn i DNA-et til den organismen vi ønsker skal få nye egenskaper. Det første vi må gjøre er å kutte over organismens eget trådformete DNA-molekyl. Deretter må vi lime inn det fremmede DNA-et. Som «saks» og «lim» bruker man visse kjemiske stoffer.

Ved å bruke «gammeldags» genmodifisering har forskere arbeidet med å framstille kulturplanter med nye og nyttige egenskaper (såkalte GM-planter) i laboratoriene. Man har forsøkt å lage planter med bedre næringsinnhold eller bedre klimatilpasning, men fram til nå har det stort sett vært to dyrkingsegenskaper som har vært tatt i bruk: *Sprøytemiddelresistens*, som vil si at planten er genmodifisert til å tåle et spesielt sprøytemiddel, og *insektresistens*, der planten selv produserer et stoff som er giftig for insekter. Men i mange tilfeller viser det

seg at de egenskapene man har tilført kulturplantene ved genmodifisering over tid mister sin virkning fordi skadeorganismene utvikler resistens. Dette er et reelt problem i GMO-landbruket.

De nye GMO-ene er genredigerte. Omtrent all genredigering gjøres i dag ved bruk av CRISPR/Cas9-teknikken som ble lansert i 2012. Der benytter man seg av et immunsystem hos bakterier.

Det er flere grunner til at CRISPR har blitt så populært. I mange tilfeller ønsker man bare å få ødelagt et eksisterende gen så det ikke lenger er aktivt. Dette kalles *å slå ut genet*. Denne anvendelsen av CRISPR har på kort tid blitt tatt i bruk innen grunnforskning over hele verden. Foreløpig er det ikke så vellykket å bruke genredigering til å sette inn nye gener, men genredigering virker bra til å lage nye mutasjoner.

Er det noen risiko ved å anvende GMO?

Dette spørsmålet har ikke noe enkelt svar. Ut fra kunnskap om hvordan biologiske systemer fungerer, er det mulig at genmodifisering kan ha virkninger som det er vanskelig å forutse. Uforutsette virkninger kan oppstå på flere nivåer:

- Internt i cellens genetiske apparat.
- I måten en genredigert organisme fungerer.
- I økosystemet der planten skal dyrkes.
- I kroppen til dyret eller personen som skal spise planten.

I hvilken grad skjer slike utilsiktede virkninger? Og om de oppstår, er de farlige? Hvor stor er risikoen, og hvordan kan vi kontrollere bruken av GMO på en trygg måte? Om dette strides de lærde, og debatten har til tider blitt både polarisert og krass.

En artikkel i Aftenpostens månedsmagasin Innsikt fra desember 2015 har overskriften «Ingen konsensus om GMO-er». Forfatterne er leder i Bioteknologirådet, Kristin Halvorsen, daværende direktør i Bioteknologirådet, Sissel Rogne og seniorrådgiver på samme sted, Audrun Utskarpen. I artikkelen sier de:

«Det er ikke riktig som noen hevder, at det er enighet blant eksperter om at genmodifisert mat er trygt. Tvert imot er det så mye usikkerhet, og mange ser så



Foto: Lynn Friedman

lite samfunnsnytte i de GMO-ene som finnes i dag, at EU-landene ikke kommer til enighet seg imellom om hvordan de skal håndtere søknadene fra produsenter om å få godkjent GMO.»

Både i Norge og i EU er det vitenskapskomitéer som skal vurdere om en GMO er trygg. De skal både vurdere sannsynligheten for uønskede helse- og miljøeffekter og konsekvensene hvis slike effekter inntreffer. Men ofte vurderer de bare sannsynligheten og ikke konsekvensene. Artikkelforfatterne sier det slik:

«Risiko må ikke forveksles med sannsynlighet. Risiko er sannsynligheten for at noe uønsket skal skje, ganget med konsekvensene hvis det skjer. Det betyr at dersom noe er lite sannsynlig, men at konsekvensene er store, er risikoen høy. Dersom de som skal bestemme om en GMO skal godkjennes eller ikke, ikke får vite om mulige konsekvenser og usikkerhet, kan de heller ikke ta en velbegrunnet avgjørelse.»

Spontane, naturlige mutasjoner versus GMO

Det oppstår ofte feil i DNA når celler deler seg i forbindelse med vekst og vedlikehold i organismer. Dette er såkalte spontane, naturlige mutasjoner. DNA kan også bli forandret utilsiktet ved miljøpåvirkning utenfra, som stråling fra verdensrommet, fra radioaktive bergarter i jordskorpen (radongass), eller av på-

virkninger vi selv utsetter oss for, for eksempel røyking. Dette regnes også som naturlige mutasjoner. Mutasjoner skjer i arvestoffet til alle levende planter og dyr.

Et sentralt tema i GMO-debatten er om genmodifisering kan sies å være det samme som en naturlig (spontan) mutasjon. Hvis så er tilfelle, og alt liv på jorda har vært gjenstand for forandring av DNA-et siden tidenes morgen, hva er da så betenkelig ved at vi forandrer gener i maten som vi eller husdyra våre skal spise? Er det så galt å hjelpe naturen litt? Disse spørsmålene er blitt ytterligere aktualisert ved bruken av genredigering.

For de gamle GMO-ene er forandringene ved genmodifisering mer omfattende enn tilfellet er ved mange naturlige mutasjoner. Med genredigering kan man føre inn fremmed DNA, eller bare forandre på cellens eget DNA. Ofte dreier det seg bare om å slå ut et gen. Forkjemperne for genredigering bruker dette som argument for at en CRISPR-mutant kunne ha oppstått i naturen. *Men det har den ikke gjort.* En spontan (naturlig) mutasjon har over lang tid etablert seg og funnet sin funksjon i cellens interne prosesser og sin rolle i naturen. Den er blitt «godtatt» av samspillet på alle nivåer. En genredigert mutasjon presses fram så raskt som mulig ved hjelp av ny teknikk. Og akkurat som for de gamle GMO-ene er det bare tiden som kan vise om mutasjonen er stabil og fordelaktig på sikt.

Sporbarhet også for de nye GMO-ene

Enkelte forskere hevder at de nye genredigerte GMO-ene ikke kan identifiseres i kontroller dersom det ikke er tilført fremmed DNA, mens andre sier det er mulig. Etter vår vurdering haster det med forskning for å finne fram til metoder som kan identifisere ulike genredigerte organismer.

Effekter på økosystemnivå

Genmodifisering dreide seg fra starten om å flytte DNA kunstig, ofte mellom fjerntstående arter. Dette er et radikalt inngrep. Artsgrensene brytes på en måte som ikke har forekommet naturlig i utviklingen av livet på jorda. I naturen fins mekanismer som sørger for at artsgrensene opprettholdes, samtidig som det viktige biologiske mangfoldet får utfolde seg. Men i formeringsprosessen *kan* det forekomme overføring av gener mellom nært beslektede arter, enten ved vind eller insektsbestøvning. Dette kalles *genflyt*, og det har skjedd fra genmodifiserte planter til ville slektninger. Da kan vi få genetisk forurensning med konsekvenser for det biologiske mangfoldet og samspillet i økosystemet.

En lite diskutert side ved bruk av genredigering er det *omfanget* spredning av nye CRISPR-mutanter kan få i naturen dersom genredigering ikke blir regulert av genteknologiloven. Til nå har et relativt lite antall gamle GMO-er vært satt ut i naturen, så man har lite kunnskap om økologiske konsekvenser.

Gendriver-metoden

Med en videreføring av CRISPR-teknologien er det mulig å få fram egenskaper i en populasjon enormt mye raskere enn før. Og man kan utrydde arter, for eksempel en uønsket insektart. Metoden kalles *gendriver*. Gendriver-mutanter vil overkjøre evolusjonens naturlige utvalg. Mange forskere mener det representerer for stor risiko å sette gendrivere ut i naturen, og advarer sterkt mot å ta dette i bruk. Hva kan komme i stedet for en mygg eller en rotte på deres «plass» i økosystemet? Hva vil skje med de viktige funksjonene spesielt myggarter har? Og hva om gendrivere sprer seg til beslektede arter i naturen? Er det i det hele tatt mulig å kontrollere gendrivere, som har en innebygget «motor» for spredning, etter at de er satt ut i naturen?

Syntetisk biologi

Syntetisk biologi er ikke en ny vitenskap, men en arbeidsmåte der etablerte fagfelt kombineres. I syntetisk biologi møtes biologen og ingeniøren for å tenke nytt og for å utføre biologisk design. Det finnes ingen presis definisjon av hva syntetisk biologi er, men enkelt sagt dreier det seg om *en kraftig effektivisering av genteknologien*, ved at man framstiller DNA (gener) syntetisk i avanserte maskiner. Disse genene kan man så bruke som byggeklosser i såkalt biologisk design. Bruk av syntetisk biologi reiser en rekke etiske problemstillinger.

Føre-var-prinsippet er nedfelt i internasjonal og ikke minst norsk lovgivning når det gjelder genteknologi. Det er all grunn til å etterlyse denne holdningen i vår håndtering av syntetisk biologi.

Erfaringer med GMO-landbruk etter 20 år

I Norge er det fram til i dag ikke gitt godkjenning til hverken dyrking eller import av GMO til mat eller fôr. I dag er det tillatt å dyrke GMO i 28 land av verdens bortimot 200 nasjoner. De største produsentlandene er USA, Brasil, Argentina, India, Canada og Kina. Globalt er det er i hovedsak sprøytemiddel og/eller insektresistente GMO-er som dyrkes og det er snakk om soya, mais, raps og bomull.

Et hovedargument for å ta i bruk GM-planter var at de skulle føre til høyere avlinger og økte inntekter for bonden. Men det er ikke mulig å si at genmodifiserte planter generelt gir høyere eller lavere avlinger enn de konvensjonelle plantene. Mye tyder på at god agronomi, værforhold og jordkvalitet har langt mer å si for avlingsnivået enn om såfrøet er genmodifisert eller ikke.

Et annet hovedargument fra industrien for å ta i bruk genmodifiserte planter (GM-planter) var at de skulle gjøre hverdagen enklere for bonden og føre til redusert bruk av sprøytemidler. Bruk av sprøytemidler og problemer med resistensutvikling er et generelt problem i moderne landbruk, og ikke avgrenset til bruk av GMO. GMO har imidlertid vært en «motor» i denne utviklingen.

Vekstskifte og allsidig produksjon er det beste forsvaret mot sykdomsangrep. Resistensutviklingen fører til et slags «våpenkappløp» der bønder, kjemikere og

planteforedlere stadig må utvikle nye sorter eller sprøytemidler. Ofte fører resistensen til at bønder sprøyter med høyere doser, eller må ta i bruk nye GMO-er som er genmodifisert til å tåle flere eller mer giftige sprøytemidler. Dette er en utvikling som peker i feil retning. I norsk landbruk er det bred enighet om at vi må skape et landbruk der vi blir mindre, ikke mer, avhengig av kjemiske sprøytemidler.

I forbindelse med at FNs Råd for menneskerettigheter fikk overlevert en rapport om skadene ved kjemiske sprøytemidler, 8. mars 2017, uttalte FNs spesialrapportør for retten til mat, Hilal Elver, følgende:

«Det er en myte», sa Elver. «Økt bruk av sprøytemidler har ingenting med bekjempelse av sult å gjøre. Ifølge FAO er vi i stand til å livnære ni milliarder mennesker i dag. Matproduksjonen øker definitivt, men problemet er fattigdom, ulikhet og omfordeling.»

Lovgivning

Lovene som er spesielt viktige for godkjenning av genmodifiserte planter og mat i Norge, er genteknologiloven og matloven. På GMO-området regulerer matloven bearbejdede mat- og fôrprodukter som ikke inneholder levende, genmodifisert materiale. Dersom det dreier seg om en levende GMO, som spiredyktige frø, er det genteknologiloven som gjelder.

Den norske genteknologiloven skiller seg fra andre lands lovgivning ved at 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 vektlegges.

Definisjonen av genmodifiserte organismer i genteknologiloven er mikroorganismer, planter og dyr hvor den genetiske sammensetningen er endret ved bruk av gen- eller cellleteknologi. Genredigerte organismer må derfor reguleres gjennom den norske genteknologiloven. Det haster med å utvikle metoder som gjør alle genredigerte GMO-er sporbare. Bare på den måten kan de merkes slik at forbrukere beholder retten til å velge GMO-fritt. Det er risiko for at genredigerte GMO-er kan spre seg til økosystemene på samme måte som dagens GMO-er. Et absolutt minstekrav til en eventuell

godkjenning må derfor være sporbarhet og systemer for overvåking av eventuelle økosystemeffekter.

Det er store forskjeller i lovgiving når det kommer til GMO. Dette har store konsekvenser for bønder og deres rettsikkerhet. I EU og flere andre land er det utarbeidet regler for sameksistens mellom det genmodifiserte landbruket og konvensjonelt /økologisk landbruk. Regelverket krever blant annet geografiske buffersoner og regler for adskilte linjer for frakt og prosessering.

Selv med regler for sameksistens på plass er det mye som tyder på at det vil være svært vanskelig å kunne garantere GMO-frie produkter. Fra andre land vet vi at dette helt sikkert blir både mer kostbart og mer byråkratisk enn å beholde dagens restriktive GMO-politikk.

Hvem skal kontrollere matfattet?

Mye av kritikken mot dagens GMO-er er knyttet opp til at det utvikles og kontrolleres av en håndfull kjemigiganter. Selskapene selger GMO som er laget for å tåle store mengder av deres egne sprøytemidler. De patenterer frøene og får kontroll over bonden gjennom strenge kontrakter. Den selveiende bonden som eier jorda og såfrøet står i fare for å bli kraftig svekket dersom utviklingen får fortsette.

Det norske såkornet er i all hovedsak produsert i Norge, og det gjelder i stor grad også for andre typer såfrø. Det er viktig at den nasjonale forskningen og utviklingen for lokaltilpassede frø i opprettholdes i nært samarbeid med bøndene i Norge.

De nye genredigerte GMO-ene og norsk landbruk

Nettverk for GMO-fri mat og fôr er ikke prinsipielt imot genmodifiserte organismer, men vi har tatt et klart Nei-standpunkt til sprøytemiddel- og insektsresistente GMO-er. Vi vurderer hver enkelt søknad om GMO for seg, slik den norske genteknologiloven krever. Fram til i dag har vi anbefalt myndighetene å nedlegge forbud mot alle GMO-er som er beregnet på mat eller fôr.

Fremstillingsmetodene for de nye genredigerte GMO-ene er mer presise enn de gamle. Men for planter og dyr som skal settes ut i naturen kommer spørsmålet om hvordan de vil fungere i et økosystem.



Det forskes i dag på hvordan CRISPR metoden kan brukes for å gi planter og dyr ønskede egenskaper. Noen forskere peker på at metoden kan gi oss gris som er immune mot farlige sykdommer, steril laks som ikke vil kunne formere seg med villaks ved rømming og jordbærplanter som er motstandsdyktige mot soppangrep. Men selv om teknologien kan føre til både god dyrevelferd og mindre medisinbruk i landbruket, er det viktig å være klar over at det finnes ingen enkle og raske løsninger på så komplekse spørsmål som klimaendringer, matsikkerhet og dyrehelse.

Nettverk for GMO-fri mat og fôr er opptatt av at norske forskningsmiljøer, inkludert forskningsmiljøene knyttet til norsk landbruk, skal kunne forske på og med genredigerte organismer. Genredigering er et viktig verktøy innen basisforskningen. Det er videre viktig å bygge kunnskap både om muligheter og risiko knyttet til anvendt bruk. Vi mener likevel det er nødvendig med en føre-var tilnærming i forhold til lovregulering og bruk i stor skala.

GMO i et nord-sør-perspektiv

Myndighetene i utviklingsland har ulik tilnærming til GMO, slik vi også finner det i industrialiserte land. I internasjonale forhandlinger har de imidlertid stått sammen i spørsmål som gjelder patentrettigheter, teknologioverføring og muligheten til å beskytte eget plantegenetisk mangfold. Det er selvfølgelig ikke slik at vi i Norge skal bestemme hva som er den riktige matpolitikken for land i sør. Men vi kan velge å bruke vår kjøpekraft til å støtte produksjonsmåter vi oppfatter som bærekraftige. Vi kan også støtte opp under prinsippet om matsuverenitet slik at nasjonale myndigheter får rett til å støtte, utvikle og beskytte egen matproduksjon.

Mye av kritikken fra de frivillige organisasjonene (NGO-ene) retter seg særlig mot de multinasjonale kjemiskapene og deres stadig sterkere makt, men også mot lokale regjeringer som ikke beskytter lokal matproduksjon og lokale tradisjoner som for eksempel å ta vare på, utvikle og dele såfrø. Man stiller seg også

kritisk til at det framsettes påstander om at GMO er nødvendig for å produsere nok mat til en voksende verdensbefolkning. Dette er å sette virkeligheten på hodet, fordi det er det allsidige lokale landbruket som produserer mest mat per arealenhet og som tar vare på livsgrunlaget for framtiden.

Et eksempel er forskningsprosjektet «Tørkeresistent mais for Afrika», som ble startet i 2006 og er støttet av Gates Foundation. Prosjektet er et bredt internasjonalt samarbeid som foregår i 13 land. Konklusjonen ble at tradisjonelt planteforedlingsarbeid har gitt langt raskere og bedre resultater enn tilsvarende GMO-forskning.

Erfaringene fra arbeidet med den genmodifiserte ris-en 'Golden Rice' peker i samme retning. Dette er en A-vitaminberiket ris som etter planen skulle motvirke underernæring og blindhet blant millioner av barn i Asia. Det internasjonale risforskningscenteret på Filippinene, IRRI, skrev på sine egne hjemmesider i 2014 at så langt hadde dessverre Golden Rice ikke klart å oppnå like store gjennomsnittlige avlinger som de lokale sortene bøndene bruker i dag. Samtidig er det et paradoks at det ikke er mer fokus på at det finnes rimelige og effektive metoder for å bekjempe lidelsene som følger av A-vitaminmangel.

Bønders rettigheter til såfrø

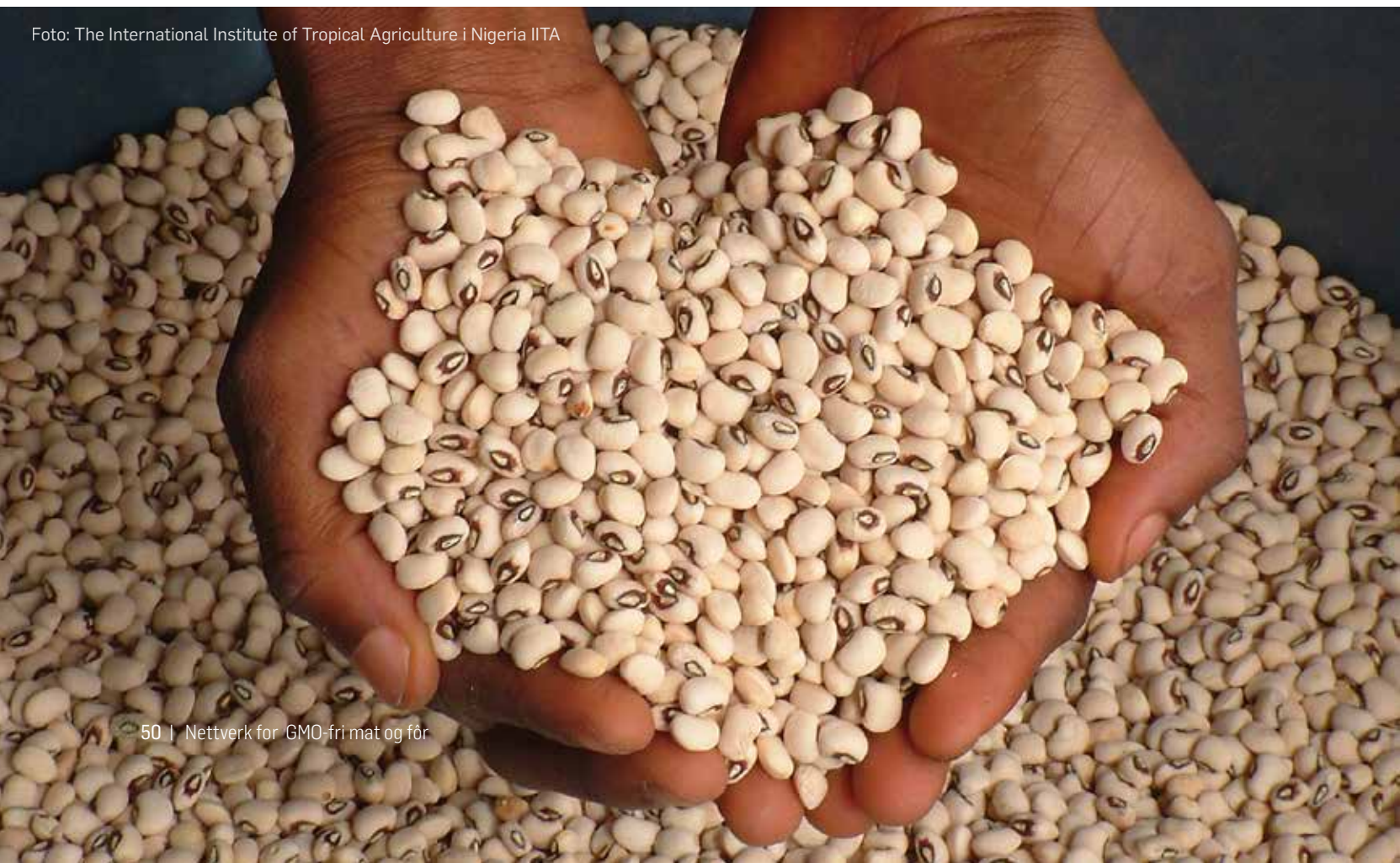
I september 2016 arrangerte FNs organisasjon for mat og landbruk (FAO) en global konsultasjon om bønders rettigheter knyttet til plantegenetiske ressurser i landbruket på Bali i samarbeid med indonesiske og norske myndigheter. Her ble bønders rettigheter til såfrø satt på dagsorden. Regine Andersen, seniorforsker spesialisert på forvaltning av plantegenetiske ressurser og bønders rettigheter, ledet konferansen sammen med den argentinske advokaten Carlos Correa. Hun uttalte følgende:

«Det er bøndene som siden tidenes morgen har utviklet det mangfoldet vi har i dag og som moderne planteforedling bygger på og det er bøndene som sikrer aktiv bruk av mangfoldet og kunnskapen knyttet til den i dag. Uten at de har grunnleggende rettigheter som muliggjør denne rollen, vil de ikke lenger være i stand til å ta vare på plantemangfoldet vårt.»

Forbrukerrettigheter og politisk ansvar

Det er bred internasjonal enighet om at forbrukere har en grunnleggende rett til relevant og lett tilgjengelig informasjon, og til å gjøre egne valg. I USA har ulike matvarer inneholdt GMO i flere tiår, men de har aldri

Foto: The International Institute of Tropical Agriculture i Nigeria IITA



vært merket. Flere amerikanske forbrukerorganisasjoner jobber aktivt for at mat med GMO skal merkes tydelig. *The Right to Know - Just Label It* hevder at et stort flertall av amerikanske forbrukere støtter merking av GMO.

Det har vokst fram et system med såkalt frivillighetsmerking i mange europeiske land, med Tyskland og Frankrike i spissen. Forbrukerrådet har varslet at dersom norske myndigheter åpner for import av GMO til fôr vil de at produkter der GMO er brukt i dyrefôret også merkes. Det er per i dag flere tusen produkter som er merket *Ohne gentechnik* eller med tilsvarende nasjonale merker i Tyskland og Frankrike.

I likhet med forbrukere i resten av Europa viser undersøkelser at også norske forbrukere er svært opptatt av at mat som inneholder eller er produsert ved hjelp av GMO skal merkes. Dette kommer klart fram i en befolkningsundersøkelse fra Statens Institutt for Forbruksforskning (SIFO) som ble publisert i mars 2017. Kun 15 % av de spurte var positive til salg av genmodifiserte matvarer i norske butikker i fremtiden. Gjennomgående var kvinner og personer med høy utdanning mest kritiske til GMO.

Skal den etiske forbruker redde verden?

Et viktig spørsmål i GMO-debatten er hvor det politiske ansvaret slutter og hvor det individuelle forbrukeransvaret begynner.

Etter vårt syn er det et politisk ansvar å sørge for at produkter som kan skade helse eller miljø, lokalt eller globalt, ikke skal havne i butikkhyllene. Det samme gjelder produkter der etiske prinsipper brytes i produksjonen, for eksempel påvist barnearbeid eller dyremishandling. Vi i Nettverk for GMO-fri mat og fôr mener det er både riktig og mest kostnadseffektivt at politikerne fortsetter å ta dette ansvaret så lenge det ikke kommer opp GMO-er som har større nytteverdi og mindre risiko enn dagens produkter.

For å sikre valgfriheten må noen opprettholde markedet for GMO-fritt

Retten til å velge GMO-frie alternativer - både for forbrukere og bønder - i framtiden avhenger av at noen faktisk tar ansvar for å etterspørre GMO-frie alternati-

ver i dag. Hvis ikke vil dette alternativet forsvinne. Her hjemme har dagligvarekjedene vist seg lydhøre overfor forbrukerne. De tre største dagligvarekjedene REMA, COOP Norge Handel og NorgesGruppen gikk i september 2016 sammen med Nettverk for GMO-fri mat og fôr for å få regjeringen til å si nei til dagens GMO-er til matproduksjon. Alle landbruksorganisasjonene og fiskeoppdretterne i Norge etterspør konsekvent GMO-frie råvarer i dag.

Handelspolitikk og internasjonale kjørerregler for matproduksjon

Forhandlingene i Verdens handelsorganisasjon (WTO) og *The Transatlantic Trade and Investment Partnership* (TTIP) har gått i lås hver gang forhandlingene bringer inn spørsmål om matproduksjon og forbrukersikkerhet. I TTIP-forhandlingene har «klorvasket kylling og GMO» blitt selve symbolet på uenigheten mellom EU og USA i synet på mattrygghet og føre-var prinsippet.

Ofte havner politiske avgjørelser i dragkampen mellom handelsavtaler på den ene siden og avtaler forhandlet fram i FN-regi på den andre siden. Og ofte står snevre handelsinteresser mot hensynet til helse, miljø og bærekraftig utvikling. Så lenge GMO-er er tilpasset agro-business og kontrollert av de store selskapene vil GMO fortsette å være en del av denne dragkampen.

Nettverk for GMO-fri mat og fôr har støttet kravet om at dersom handelsinteresser kommer i konflikt med internasjonale FN-avtaler som skal beskytte mennesker og miljø, er det handelsinteressene som må vike.

Familielandbruk og bruk av lokale, fornybare ressurser mest effektivt

Det er ingen tvil om at utfordringene knyttet til å skulle produsere nok og bærekraftig mat til en voksende verdensbefolkning er en av vår tids største utfordringer.

Men det finnes ingen fasitsvar for hvordan vi kan løse disse utfordringene. Tvert imot er det behov for et mangfold av strategier, metoder og driftsmåter. Det er behov for å sette av langt mer ressurser enn i dag til forskning og utvikling og til investeringer i tilpasset teknologi. Noe av det mest effektive vi kan gjøre for å bekjempe sult og underernæring er å styrke bønders og kvinners stilling og rettigheter. Skal vi kunne løse både klima- og matutfordringene framover vil det være

helt avgjørende at landbruket, gjennom aktiv bruk, bidrar til å sikre et stort mangfold av plantegenetiske ressurser og et stort mangfold av husdyrraser. Det er viktig med nasjonale og internasjonale genbanker. De vil likevel aldri kunne være annet enn en ekstra sikkerhet og et supplement til aktiv bruk. Det er bare ved praktisk anvendelse vi kan klare å ta vare på og utvikle lokaltilpasset og erfaringsbasert kunnskap. Mangfold i dyrking gir også et mer allsidig og næringsrikt kosthold. Dette er av stor betydning for å sikre god helse- og ernæring på landsbygda i fattige land. I mange storbyer har urbant landbruk, Bondens marked og liknende tiltak for lokal mat vokst fram ved hjelp av offentlig støtte, blant annet for å sikre mer allsidig kosthold blant fattige.

Teknologioptimisme eller GMO som politisk sovepute

Det er ikke slik at de som er kritiske til GMO er mindre teknologioptimister enn andre. Det er heller et spørsmål om hva slags teknologi man mener er mest egnet til å fremme en ønsket utvikling. Nettverk for GMO-fri mat og fôr støtter mer uavhengig forskning på GMO i matproduksjon. Men vi aksepterer ikke at drømmen om en «superplante» eller andre «quick-fix-løsninger» blir brukt som politisk sovepute.

Det positive budskapet fra FN er at det fortsatt produseres nok mat til å gi alle et balansert og næringsrikt kosthold, dersom vi fordeler mat- og produksjonsressursene rettferdig.

Vi har tid til å skaffe mer nødvendig kunnskap om langsiktige konsekvenser av de nye GMO-ene før vi eventuelt tar dem i bruk. Det betyr at Norge og andre land som satser på et GMO-fritt landbruk kan gjøre det med stolthet. Vel å merke så lenge vi arbeider for å gjøre vår egen matproduksjon og matimport så bærekraftig og rettferdig som mulig.





Referanser

- ^I <https://morgenbladet.no/aktuelt/2017/02/nar-soppel-dna-skal-dekodes> (tilgang må kjøpes)
- ^{II} Insektresistente genmodifiserte planter og bærekraft, rapport fra Bioteknologinemnda 2011: http://www.bion.no/filarkiv/2011/06/rapport_baerekraft_110627_web.pdf
og om sprøytemiddelresistente genmodifiserte planter og bærekraft, rapport fra Bioteknologinemnda 2013: http://www.bion.no/filarkiv/2013/12/Baerekraftrapport_web.pdf,
- ^{III} <http://www.bioteknologiradet.no/2016/01/hvem-eier-biologien/>
- ^{IV} <http://web.retriever-info.com/go/?u=http%3A%2F%2Fweb.retriever-info.com%2Fservices%2Farchive%2F-displayPDF&a=42574&d=05501720150319106808&sa=2024652&x=ca050adc5452a20f8177a829fd07e3e1&s=55017&pp>
og
<http://www.aftenposteninnsikt.no/klimamilj/ingen-konsensus-om-gmo-er>
- ^V Fagan, Antonio og Robinson: «GMO-myter og fakta», Paradigmeskifte forlag 2015
- ^{VI} <http://forskning.no/biologi-genteknologi/2016/12/er-verden-klar-til-bestemme-seg-fremtidens-syntetiske-liv>
- ^{VII} <https://web.retriever-info.com/go/?p=697323&sa=2024652&s=55126&a=42574&d=0551262016080547168012&x=df72246d087da08351b899f9bfe7ed71>
- ^{VIII} <https://gmo.geneticliteracyproject.org/FAQ/where-are-gmos-grown-and-banned/>
- ^{IX} <https://www.nytimes.com/interactive/2016/10/30/business/gmo-crops-pesticides.html>
- ^X <http://www.reuters.com/article/us-monsanto-herbicide-weeds-idUSKBNOMR2JT20150331>
- ^{XI} <https://www.theguardian.com/environment/2017/mar/07/un-experts-denounce-myth-pesticides-are-necessary-to-feed-the-world>
- ^{XII} <http://www.independent.co.uk/news/science/pesticides-feed-world-lobby-un-human-rights-council-report-a7615931.html>
- ^{XIII} <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M272/M272.pdf>
og
http://www.bioteknologiradet.no/filarkiv/uttalelser/Sluttbehandling_GMOmais_import_Bioteknologinemnda.pdf
- ^{XIV} <http://www.bioteknologiradet.no/2017/03/verdens-fro-samles-pa-fa-hender/>
- ^{XV} <http://www.bondebladet.no/article/tror-mer-pa-forebygging-enn-crispr/>
- ^{XVI} **Internasjonale forbrukerorganisasjonene**
<http://www.consumersinternational.org/media/482279/biosafety-eng-v1-1.pdf>
og Friends of the Earth/African Centre for Biodiversity
- ^{XVII} <http://acbio.org.za/wp-content/uploads/2017/01/FoE-Africa-report.pdf>
- ^{XVIII} <http://www.nature.com/news/cross-bred-crops-get-fit-faster-1.15940>
- ^{XIX} <http://www.cimmyt.org/the-legacy-of-drought-tolerant-maize-for-africa>
- ^{XX} <http://www.who.int/nutrition/topics/vad/en/>
- ^{XXI} <https://www.viacampesina.org/en/index.php/main-issues-mainmenu-27/biodiversity-and-genetic-re-sources-mainmenu-37/2149-itpgrfa-at-consultation-on-farmers-rights-la-via-campesina-demands-a-working-group-in-the-treaty-comprising-peasants-organisations-to-help-implement-peasants-rights>
- ^{XXII} <http://www.statesmanjournal.com/story/tech/science/environment/2015/12/02/most-voters-want-gmo-food-labels-poll-finds/76628010/>
- ^{XXIII} <http://www.hioa.no/Om-HiOA/Senter-for-velferds-og-arbeidslivsforskning/SIFO/Publikasjoner-fra-SIFO/Fremtidens-matproduksjon>
- ^{XXIV} <http://www.ohnegentechnik.org/index.php?id=492>

-
- XXV <http://www.vg.no/nyheter/meninger/toer-regjeringen-si-ja-til-gmo-i-maten-vaar/a/23801152/>
- XXVI <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1993-04-02-38>
- XXVII <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2003-12-19-124?q=matloven>
- XXVIII <https://bch.cbd.int/protocol>
- XXIX <http://www.spireorg.no/vi-mener/mat1/matsuverenitet>
- XXX <https://www.theguardian.com/global-development/2017/jan/09/modern-agriculture-cultivates-climate-change-nurture-biodiversity-olivier-de-schutter-emile-frison>
- XXXI <http://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf>
- XXXII http://www.etcgroup.org/files/030913_ETC_WhoWillFeed_AnnotatedPoster.pdf
- og
- <http://web.unep.org/greeneconomy/resources/green-economy-report>
- XXXIII <http://www.bondebladet.no/gardsdrift/adigo-vinner-landbrukets-innovasjonspris/>
- XXXIV <http://irri.org/golden-rice/faqs/what-is-the-status-of-the-golden-rice-project-coordinated-by-irri>



Layout og trykk: Flisa Trykkeri AS, www.flisatrykkeri.no

Ansvarlig for redigering, språkvask og sammenstilling: Signe Prøis.

Ansvarlig for foto: Nora Bækkelund. Foto der ikke annet er oppgitt: Shutterstock og Creative Commons.

Kveise gård, Bærum. Foto: Randi Hausken.





NETTVERK FOR GMO-FRI MAT OG FÔR

Hollendergata 5
Postboks 9358 Grønland - 0135 Oslo
e-post: aina.bartmann@gmofrimat.no
telefon: 0047 913 50 074